

Intertemporale Allokationen in einer stochastischen Umwelt -Experimentelle Studien-

DISSERTATION

zur Erlangung des akademischen Grades

doctor rerum politicarum

(Doktor der Wirtschaftswissenschaft)

eingereicht an der
Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät
der Humboldt-Universität zu Berlin

von
Diplom-Informatiker Vital Anderhub
geboren am 01.12.1966 in Berlin

Präsident
der Humboldt-Universität zu Berlin:
Prof. Dr. Dr. h.c. Hans Meyer

Dekan
der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät:
Prof. Dr. Helmut Lütkepohl

Gutachter: 1. Prof. Dr. Werner Güth
 2. Prof. Oliver Günther, Ph.D.

Tag des Kolloquiums: 15. Juli 1999

Vorwort

Die vorliegende Arbeit basiert auf fünf Aufsätzen. In diesen wird über vier Experimentserien berichtet, die das individuelle Entscheidungsverhalten von Versuchspersonen in ähnlichen, aber verschieden komplexen, stochastischen Situationen erheben. Die Artikel wurden teilweise zusammen mit verschiedenen Koautoren bearbeitet. Das erste Kapitel liefert, basierend auf Anderhub und Güth (1999) „On intertemporal allocation behavior – A selective survey of saving experiments“ die Motivation, einen Überblick über Experimente anderer Autoren sowie über den Stand der Forschung. Teile dieses Artikels finden sich auch im letzten Kapitel wieder. Das zweite Kapitel beruht auf Anderhub, Güth, Härdle, Müller und Strobel (1997) „On saving, updating and dynamic programming – An experimental analysis–“, das den Anstoß zu den weiteren Experimentserien gegeben hat. Das dritte Kapitel befaßt sich mit dem Experiment Anderhub (1998) „Savings decisions when uncertainty is reduced – An experimental analysis–“, bei dem die stochastischen Einflüsse des ersten Experiments wesentlich reduziert wurden. Das vierte Kapitel beschreibt das jüngste Experiment von Anderhub, Güth und Knust (1999) „On saving and investing – An experimental study of intertemporal decision making in a complex stochastic environment–“, das die Stochastik verglichen zum ersten Experiment erhöht, indem die Versuchspersonen eine zusätzliche Investitionsentscheidung über eine riskante, aber profitable Anlagemöglichkeit treffen. Das fünfte Kapitel befaßt sich mit Anderhub, Müller und Schmidt (1998) „Design and evaluation of an economic experiment via the Internet“, in dem das erste Experiment als Internet-Experiment umgesetzt wurde. Dieses Kapitel ist im wesentlichen methodisch orientiert, und behandelt spezielle Aspekte des Designs und der Experimentdurchführung im Internet. Das sechste Kapitel zeigt weitere Forschungsansätze zu diesem Thema auf und faßt die Ergebnisse der vorangegangenen Kapitel zusammen.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, die verschiedenen Arbeiten in einer kompakten und übersichtlichen Form zusammenzufassen und so einen Überblick über unsere Ergebnisse und Aktivitäten der letzten Jahre zum Thema „Intertemporale Allokationen“ zu geben. Alle Aufsätze wurden für diese Arbeit vollständig überarbeitet, orientieren sich aber teilweise nahe am Original¹. Eine bloße Aneinanderreihung hätte wegen der großen Ähnlichkeit der Themen viele Informationen mehrfach gegeben. Daher wurde hier insbesondere darauf geachtet, Überschneidungen zu vermeiden. Die Forschungsergebnisse liegen somit erstmals auch in deutscher Sprache vor. Mein Dank gilt vor allem den an den Artikeln beteiligten Koautoren Werner Güth, Florian Knust, Rudolf Müller, Wieland Müller, Carsten Schmidt und Martin Strobel.

¹ Einige der verwendeten Artikel werden zeitgleich und unabhängig von dieser Zusammenstellung im Rahmen ihrer Veröffentlichung in verschiedenen Zeitschriften überarbeitet.

Die vorliegende Arbeit entstand während meiner Zeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Wirtschaftstheorie III der Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität zu Berlin. Alle Aktivitäten waren eingebunden in die von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geförderten Projekte „Strategisches Handeln“ (Kennzeichen: Gu145/8-1), den Sonderforschungsbereich 373 „Quantifikation und Simulation ökonomischer Prozesse“ (Teilprojekt C5 „Experimentelle Wirtschaftsforschung“) und das von Europäischen Union (EU) geförderte TMR-Projekt (Training and Mobility for Young Researchers) „Savings and Pensions“. Aus den Projekten stammen auch die ...nanziellen Mittel zur Bezahlung der Versuchspersonen. Ich danke den Teilnehmern der Konferenzen und Workshops, auf denen ich Teile dieser Arbeit vortragen konnte, für die oft wertvollen Anregungen. Besonders sind hier die Workshops der Gesellschaft für Experimentelle Wirtschaftsforschung (GEW) in Berlin (1996) und Rauischholzhausen (1995/1997), die TMR-Savings Workshops in Tilburg (1996/1997) und Deidesheim (1998) sowie die Tagung der Economic Science Assosiation (ESA) in Mannheim (1998) zu nennen.

Besonderer Dank gilt auch den anderen Kollegen am Institut: Jeanette Bönisch, Steffen Huck, Radosveta Ivanova-Stenzel und Manfred Königstein, die alle auf die eine oder andere Weise am Gelingen meiner Arbeit teilhaben. Darüber hinaus danke ich allen studentischen Mitarbeitern des Instituts, die u.a. bei der Rekrutierung der Versuchspersonen und bei der Durchführung der Experimente tatkräftige Unterstützung geleistet haben. Insbesondere danke ich hier Alexandra Schumacher, die bei allen Experimenten wesentlichen Anteil an der Implementierung der Software hatte.

Vital Anderhub, Mai 1999

Inhaltsverzeichnis

1	Intertemporale Entscheidungen	1
1.1	Dynamische Programmierungsprobleme	1
1.2	Spar- und Konsumententscheidungen	2
1.3	Experimentelle Studien	3
1.4	Motivation unseres Ansatzes	7
2	Erste experimentelle Analyse	11
2.1	Einleitung	11
2.2	Experimentdesign	11
2.3	Optimales Konsumverhalten	13
2.4	Experimentergebnisse	15
2.4.1	Durchschnittliches Verhalten und Effizienz	15
2.4.2	Konsum in den sicheren Perioden	17
2.4.3	Initiale Konsumententscheidung	20
2.4.4	Wenn das optimale Verhalten einfach berechnet werden kann . . .	21
2.4.5	Unsicherer Zeithorizont	22
2.4.6	Vergleich mit der dynamisch angepaßten Lösung	23
2.4.7	Lernen aus früheren Leben	24
2.4.8	Zufalls- und Durchschnittstypen	26
2.4.9	Entscheidungszeiten	27
2.5	Zusammenfassung der ersten experimentellen Analyse	28
3	Zweite experimentelle Analyse	31
3.1	Einleitung	31
3.2	Experimentdesign	32
3.3	Optimale Konsumententscheidung	34
3.4	Experimentergebnisse	36
3.4.1	Entscheidung in der letzten Periode	37
3.4.2	Durchschnittsgewinne und Effizienz	38
3.4.3	Initiale Konsumententscheidung	39
3.4.4	Reaktion auf Information	41
3.4.5	Dynamisch angepaßte Lösung und zweite Konsumententscheidung . .	43
3.4.6	Gleichaufteilung bei deterministischem Zeithorizont	44
3.4.7	Entscheidungszeiten	47
3.5	Strategien und Heuristiken	48
3.5.1	Gewichtete Gleichverteilung	48

3.5.2	Vermeidung von Einkommensunsicherheit (Min–Max–Strategie)	49
3.5.3	Erwartete Lebenslänge	49
3.5.4	Prominenzheuristik	51
3.5.5	Fortfahren mit prominenten Zahlen	52
3.5.6	„Gehe auf das Maximum“-Politik	52
3.5.7	Zusammenfassung der Strategien	53
3.6	Zusammenfassung der zweiten experimentellen Analyse	54
4	Dritte experimentelle Analyse	57
4.1	Einleitung	57
4.2	Experimentdesign	57
4.3	Experimentdurchführung und optimale Lösung	58
4.4	Experimentergebnisse	61
4.4.1	Initiale Konsumententscheidung	61
4.4.2	Investitionsniveau	61
4.4.3	Konsumententscheidungen bei unsicherem Zeithorizont	65
4.5	Selbstselektion	65
4.6	Zusammenfassung der dritten experimentellen Analyse	68
5	Experiment im Internet	71
5.1	Einleitung	71
5.2	Experimentdesign	72
5.3	Software–Design des Internet–Experiments	72
5.3.1	Ein Überblick	73
5.3.2	Auswahl der Teilnehmer	74
5.3.3	Bezahlung der Teilnehmer	75
5.3.4	Kontrolle über die Teilnehmer	75
5.3.5	Datensicherheit und –schutz	76
5.3.6	Technische Probleme	77
5.4	Experimentergebnisse	78
5.4.1	Merkmale der Teilnehmer	78
5.4.2	Entscheidungszeiten	81
5.4.3	Durchschnittsgewinn und Effizienz	82
5.4.4	Konsumententscheidungen	83
5.4.5	Zusammenfassung des Internet–Experiments	85
6	Zusammenfassung	87
6.1	Weitere Forschung	87
6.1.1	Psychologische Unterschiede	87
6.1.2	Spielstrategien und Risikoeinstellung	87
6.1.3	Postexperimenteller Fragebogen – Bewertungen der Teilnehmer	89
6.1.4	Veränderung von Spielstrategien	92
6.1.5	Einbettung des Experiments in komplexere Situationen	93
6.2	Zusammenfassung	94

INHALTSVERZEICHNIS	vii
6.2.1 Drei Komplexitätsstufen	94
6.2.2 Verhalten in dynamischen Entscheidungsproblemen – Sparverhalten	95
Literaturverzeichnis	97
Anhang A – Instruktionen zum ersten Experiment	101
Anhang B – Instruktionen zum zweiten Experiment	107
Anhang C – Instruktionen zum dritten Experiment	113
Anhang D – Bildschirmkopien	117

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen

Abbildung 1.1: Das Prinzip des „Dynamischen Programmierens“	2
Abbildung 1.2: Durchschnitt aller Entscheidungen und optimaler Pfad (aus Fehr und Zych, 1995)	4
Abbildung 1.3: Durchschnittliche Anzahl von Probeläufen (aus Köhler, 1996)	5
Abbildung 1.4: Struktur des ersten Experiments	9
Abbildung 2.1: Optimales Konsumverhalten (links – § rechts)	14
Abbildung 2.2: Maximal zu erzielende Auszahlungserwartung bei Abweichungen von x_1	16
Abbildung 2.3: Durchschnittliches Verhalten: Mittelwerte, Minima, Maxima und Varianzen	17
Abbildung 2.4: Anzahl von verschiedenen x_1 -Werten	20
Abbildung 2.5: Prominente x_1 -Entscheidungen	21
Abbildung 2.6: Beobachtete versus optimale Entscheidungen in der 5. Periode ...	22
Abbildung 2.7: Über- und Untersparen in Bezug auf die dynamisch angepaßte Lösung	24
Abbildung 2.8: Regression für die Entscheidungszeiten	27
Abbildung 3.1: Reduzierter Problemraum	32
Abbildung 3.2: Optimales Konsumverhalten (links – § rechts)	36

Abbildung 3.3: Beobachtete Entscheidungen (\downarrow links – \S rechts)	37
Abbildung 3.4: Erwartete Auszahlung bei Abweichungen vom optimalen x_1^*	39
Abbildung 3.5: Häufigkeiten der x_1 -Werte x_1^* (\downarrow links – \S rechts)	39
Abbildung 3.6: Anzahl verschiedener x_1 -Werte (\downarrow links – \S rechts)	40
Abbildung 3.7: Fälle in denen gleich aufgeteilt wurde (alle Toleranzen)	45
Abbildung 3.8: Fälle in denen gleich aufgeteilt wurde (Runden, Toleranz 0,01) ...	46
 Abbildung 4.1: Optimale Lösungspfade	59
Abbildung 4.2: Erwartungsauszahlung $U(y)$ in Abhängigkeit des Investitionsniveaus y	60
Abbildung 4.3: Durchschnittliches Investitionsniveau \bar{y} , zur Verfügung stehende Mittel S_1 \downarrow x_1 und optimales Investitionsniveau y^*	62
Abbildung 4.4: Investition und resultierende Auszahlungen	62
Abbildung 4.5: Anzahl verschiedener Investitionsniveaus	63
Abbildung 4.6: Beobachtete Mittelwerte für alle Entscheidungen	64
Abbildung 4.7: Histogramm der individuellen Investitionsniveaus y_i sowie der Volatilität v_i	67
 Abbildung 5.1: Interaktionen zwischen Clients und Server während des Experiments	73
Abbildung 5.2: Anzahl der Teilnehmer nach Bundesländern	78
Abbildung 5.3: Alter der Teilnehmer	79
Abbildung 5.4: Höchster Bildungsgrad der Teilnehmer	79
Abbildung 5.5: Beruf und Studienfach der Teilnehmer	80
Abbildung 5.6: Anzahl der Teilnehmer nach Zeit des Experiment-Starts	80
Abbildung 5.7: Entscheidungszeiten nach Runde	81
Abbildung 5.8: Durchschnittliches Verhalten: Links – Labor, rechts – Internet	83
 Abbildung D.1: Bildschirmkopien des ersten Experiments	117
Abbildung D.2: Bildschirmkopien des Internet-Experiments (englische Demoversion)	118
Abbildung D.3: Bildschirmkopien und Beschreibung des Bildschirmaufbaus im Strategienexperiment	119

Tabellen

Tabelle 2.1: Spielpfade mit Konsum in den sicheren Perioden	18
Tabelle 2.2: Durchschnittlicher initialer Konsum.....	18
Tabelle 2.3: Signifikanzniveaus für die Runden beider Treatments.....	18
Tabelle 2.4: Reaktion auf Information bei der Entscheidung x_2	19
Tabelle 2.5: Reaktion auf Information bei der Entscheidung x_3	20
Tabelle 2.6: Unsicherer Zeithorizont (Produkt–Treatment)	22
Tabelle 2.7: Unsicherer Zeithorizont (Summen–Treatment)	23
Tabelle 2.8: Lernen beim Gesamtkonsum	25
Tabelle 2.9: Vom „vorherigen Leben“ lernen	25
Tabelle 2.10: Mittelwerte von x_1 für beide Typen und Treatments.....	26
Tabelle 2.11: Mittelwerte von $\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{11,92}$ für beide Typen und alle Sequenzen	26
Tabelle 2.12: Mittelwerte des Profits für beide Typen.....	27
 Tabelle 3.1: Optimales Konsumverhalten – Erwartungswert und Standardabweichung	 36
Tabelle 3.2: Anzahl der Fälle in denen nicht alles angegeben wurde.....	38
Tabelle 3.3: Durchschnittsgewinne und Effizienz.....	38
Tabelle 3.4: Vergleich der x_1 –Werte.....	40
Tabelle 3.5: Geordnete Sequenzen (optimale Werte \bar{x}_k in Klammern)	41
Tabelle 3.6: Mittelwerte von initialen Konsumanteile geteilt in zwei Gruppen	42
Tabelle 3.7: Individuelle Reaktion bei der Entscheidung x_2	42
Tabelle 3.8: Erste Konsumententscheidung im Vergleich zur optimalen Lösung \bar{x}_1^* (beide Treatments).....	43
Tabelle 3.9: Zweite Konsumententscheidung im Vergleich zur dynamisch angepaßten Lösung (\bar{x}_1 –Treatment)	43
Tabelle 3.10: Zweite Konsumententscheidung im Vergleich zur dynamisch angepaßten Lösung (S–Treatment)	43
Tabelle 3.11: Fälle in denen gleich aufgeteilt wurde (Toleranz: 0;01).....	44

Tabelle 3.12: Fälle in denen gleich aufgeteilt wurde (Toleranz: 0;05)	44
Tabelle 3.13: Fälle in denen gleich aufgeteilt wurde (Toleranz: 0;10)	44
Tabelle 3.14: Fälle in denen gleich aufgeteilt wurde (nach Zyklen)	45
Tabelle 3.15: Fälle in denen gleich aufgeteilt wurde (nach Runden)	46
Tabelle 3.16: Richtung der Abweichungen von der Gleichverteilung (\downarrow -Treatment)	47
Tabelle 3.17: Richtung der Abweichungen von der Gleichverteilung (\S -Treatment)	47
Tabelle 3.18: Prominenzheuristik bei den ersten beiden Entscheidungen	51
Tabelle 3.19: „Fortfahren mit prominenten Zahlen“	52
Tabelle 3.20: „Gehe auf das Maximum“-Politik (\downarrow -Treatment)	53
Tabelle 3.21: „Gehe auf das Maximum“-Politik (\S -Treatment)	53
Tabelle 3.22: Vorkommen der Strategien	54
Tabelle 4.1: Absolutes bzw. relatives Investitionsniveau	62
Tabelle 4.2: Prominente Zahlen der Investitionsentscheidung y	63
Tabelle 4.3: Lernverhalten bei der Investitionsentscheidung	65
Tabelle 4.4: Konsumententscheidungen bei unsicherem Zeithorizont	65
Tabelle 4.5: Maße bei hohen bzw. niedrigen Investitionsniveaus	66
Tabelle 4.6: Verschiedene Typen von Teilnehmern	67
Tabelle 4.7: Anteil $x_t > x_{t+1}$ ($t > 3$) für die jeweiligen Teilnehmertypen	68
Tabelle 5.1: Entscheidungszeiten getrennt nach Kosten pro Monat	81
Tabelle 5.2: Durchschnittliche Auszahlungen (Internet und Labor)	82
Tabelle 5.3: Geordnete Sequenzen von initialem Konsum	84
Tabelle 5.4: Unsicherer Zeithorizont (Internet)	84
Tabelle 5.5: Unsicherer Zeithorizont (Labor)	85
Tabelle 5.6: Auszahlungen unterschieden nach Periodenfrage	85

Tabelle 6.1: Auszahlungen unterschieden nach Periodenfrage (Produkt–Treatments)	89
Tabelle 6.2: Auszahlungen unterschieden nach Periodenfrage (Summen–Treatments)	89
Tabelle 6.3: Auszahlung unterschieden nach postexperimentellen Fragen (3. Experiment)	90
Tabelle 6.4: Positive Kommentare zum Experiment	90
Tabelle 6.5: Negative Kommentare zum Experiment	91
Tabelle 6.6: Anzahl der Gleichaufteilungen nach Verhalten bei der Steuererklärung	93
Tabelle 6.7: Effizienz abhängig von der Komplexität des Entscheidungsproblems	94

Kapitel 1

Intertemporale Entscheidungen – Psychologie des Sparens

1.1 Dynamische Programmierungsprobleme

Als dynamisches Programmierungsproblem wird ein sequentielles Spiel bezeichnet, in das, im Gegensatz zu Problemen in der Spieltheorie, nur ein Entscheider involviert ist. Stochastische und deterministische Probleme unterscheiden sich dabei durch das Vorhandensein von Zufallszügen, die das Problem erschweren, da die möglichen Zufallsereignisse entsprechend ihren Wahrscheinlichkeiten mit in das Optimierungskalkül einbezogen werden müssen. Um ein solches dynamisches Programmierungsproblem optimal zu lösen, muß zuerst die letzte Stufe des Problems gelöst werden. Dies ist nur bei solchen Problemen möglich, die durch eine endliche Struktur gekennzeichnet sind. Weitere Stufen werden dann von hinten her so gelöst, daß man das optimale Verhalten der bereits gelösten Stufen antizipiert (siehe auch **Abbildung 1.1**). Dieses Vorgehen wird stufenweise so lange wiederholt, bis man die erste Entscheidung erreicht hat. Auf diese Weise wird das dynamische Programmierungsproblem in ein sich wiederholendes, einfaches Maximierungsproblem überführt (dieses Verfahren wird als „Dynamische Programmierung“ oder „Rückwärtsinduktion“ bezeichnet).

Allerdings scheint diese Vorgehensweise nicht derjenigen, menschlicher Entscheider in komplexen Situationen zu entsprechen. Dies ist aufgrund von begrenzten Kapazitäten für Lösungswege und Speicher verständlich, denn die auf diese Weise aufgespannten Lösungsräume können schnell sehr groß werden. Es bleibt also die Frage, wie solche Probleme durch menschliche Entscheider tatsächlich gelöst werden.

Letzte Entscheidungsstufe:
Bestimmen der optimalen Entscheidungen für alle Entscheidungsprobleme der letzten Stufe (reine Maximierungsprobleme)!

Vorletzte Entscheidungsstufe:
(i) Umformen aller Entscheidungsprobleme der vorletzten Stufe in reine Maximierungsprobleme durch Antizipierung der optimalen letzten Entscheidungen (Reduktionsschritt)!

(ii) Bestimmen der optimalen Entscheidungen für alle Entscheidungsprobleme der vorletzten Stufe (reine Maximierungsprobleme)!

⋮

Erste Entscheidungsstufe:
(i) Umformen der ersten Entscheidungsprobleme in reine Maximierungsprobleme durch Antizipierung des optimalen zukünftigen Verhaltens (Reduktionsschritt)!

(ii) Bestimmen der optimalen ersten Entscheidungen (reines Maximierungsproblem)!

Abbildung 1.1: Das Prinzip des „Dynamischen Programmierens“

1.2 Spar– und Konsumentscheidungen

Ein intertemporales Entscheidungsproblem ist als Spezialfall von dynamischen Programmierungsproblemen durch seine zeitliche Ausdehnung gekennzeichnet: ein und derselbe Entscheider entscheidet zu verschiedenen Zeitpunkten. Zur Lösung eines solchen Problems muß er also zusätzlich zu dem Optimierungskalkül sein eigenes Verhalten in der Zukunft perfekt antizipieren.

Ökonomische Relevanz erhalten solche Probleme im Zusammenhang von Spar– und Konsumentscheidungen, wobei in den meisten Modellen davon ausgegangen wird, daß die handelnden Personen (oder Haushalte) ihren Konsum für das ganze Leben planen. Daher werden die Perioden eines intertemporalen Entscheidungsproblems im folgenden oft als „Leben“, der zur Verfügung stehende Betrag als „Einkommen“, und die Ausgaben in den Perioden als „Konsum“ bezeichnet. Wir betrachten dabei im folgenden lediglich individuelle Entscheidungen und vernachlässigen dabei, daß die Entscheidungen in privaten Haushalten meist von mehr als einer Person getroffen werden. Der Entscheidungsprozeß im privaten Haushalt wird in der Wirtschaftspsychologie (siehe z.B. Kirchler, 1999) ausführlich behandelt.

In den meisten Modellen von Spar– und Konsumentscheidungen stehen die Entscheider in der Regel vor dem Problem, ihr zur Verfügung stehendes Einkommen optimal auf eine Anzahl von Perioden (z.B. Lebensjahren) zu verteilen. Die sogenannte Lebenszyklushypothese (siehe Modigliani und Brumberg, 1954 bzw. Ando und Modigliani, 1963) geht dabei davon aus, daß ein Entscheider höheren Nutzen davonträgt, je besser es ihm gelingt, die Ausgaben so über die Perioden so zu glätten, daß die Konsumlevel in jeder Periode gleich hoch sind. Dies kann beispielsweise dadurch erreicht werden, daß in Phasen mit hohem Einkommen gespart wird bzw. in Phasen mit geringerem Einkommen Kredite aufgenommen oder Ersparnisse aufgebraucht werden. Dabei setzt das Modell für den Zusammenhang von Konsum– und Ersparnisbildung einen exakt definierten Planungshorizont voraus. Für das optimale Verhalten nach der Lebenszyklushypothese müssen

außerdem sämtliche äußeren Einflüsse wie z.B. das erwartete Einkommen, der erwartete Zinssatz bzw. die Inflation perfekt vorhergesagt werden. Aufgrund dieser perfekten Rationalitätsannahmen erscheint dieses idealisierte Modell zur Vorhersage des tatsächlichen Sparverhaltens zunehmend als schwer anwendbar. Bei der Prognose der makroökonomischen Sparquote spielt daher die Erforschung der Auswirkungen alternativer Sparmotive und Einflußfaktoren auf das Verhalten eine große Rolle. Im folgenden werden einige solcher Motive aufgezählt (ausführlich diskutiert werden diese z.B. in Wärneryd, 1999):

- ² Vorsichtssparen (z.B. durch Risikoaversion)
- ² Vorsorge für das Alter
- ² Vermögensbildung für Erbschaften (intergenerationale Transfers)
- ² Kurzfristiges Zielsparen (zur Anschaffung von größeren Konsumgütern)
- ² Zukunftserwartungen
- ² Risikoeinstellung
- ² Verlustaversion
- ² Zeitpräferenzen

Wie diese verschiedenen Sparmotive und Einflußfaktoren interagieren bzw. wann welche Motive im Vordergrund stehen, wurde in der wissenschaftlichen Diskussion dagegen weitgehend vernachlässigt. Einen Schritt in diese Richtung macht z.B. die Analyse der Interaktion von Risikoeinstellungen und Zeitpräferenzen, welche in Anderhub, Gneezy, Güth und Sonsino (1999) experimentell untersucht wird.

Selbst wenn alle interagierenden Einflüsse erkannt werden können, erscheint es fraglich, ob menschliche Entscheider diese bei jeder Entscheidung in ihrer Gesamtheit berücksichtigen. Möglicherweise greifen hier alternative Strategien oder Heuristiken, die die begrenzt rational handelnden Akteure stärker leiten, als die vollkommene Rationalität. Aufgrund dieser Überlegungen scheint der Weg hin zu einer „behavioristischen Theorie des Sparens“ sehr angebracht zu sein. In der experimentellen Forschung wird durch Beschränkung auf wesentliche Bestandteile des Problems versucht, fundamentale Aspekte des menschlichen Entscheidungsverhaltens zu verstehen.

1.3 Experimentelle Studien

Es gibt bereits mehrere experimentelle Studien¹, die einige Aspekte intertemporaler Entscheidungsprobleme betrachtet haben. Eine Auswahl der wichtigsten Arbeiten soll im folgenden vorgestellt werden.² In diesen Studien werden die zeitlichen Aspekte realer Entscheidungsprobleme einerseits vernachlässigt, da die Experimente innerhalb einer kurzen

¹Wir beschränken uns hier auf Studien aus der „experimentellen Wirtschaftsforschung“. Sparentscheidungen sind darüber hinaus auch ein Thema in der Wirtschaftspsychologie (siehe dazu auch Wärneryd, 1999).

²Eine mehr formale Charakterisierung der in den vorgestellten Experimenten behandelten Entscheidungsprobleme findet sich in Anderhub und Güth (1999).

Zeit durchgeführt werden. Andererseits entscheiden die Versuchspersonen aber sequentiell über verschiedene Zeitpunkte. Es bleiben also beispielsweise die Zeitpräferenzen der Teilnehmer selbst weitgehend unberücksichtigt.

Basierend auf der Lebenszyklushypothese (Modigliani und Brumberg, 1954 bzw. Ando und Modigliani, 1963) haben Johnson, Kotlikoff und Samuelson (1987) eine computerisierte, experimentelle Studie vorgestellt, in der sie insgesamt 60 Teilnehmer über ihre gewünschten Konsumlevel vom Alter von 35 bis zum Alter von 70, in dem sie mit Sicherheit „gestorben“ sind, befragt haben. Die Teilnehmer sollten also Konsumentscheidungen für 35 Perioden treffen. Einmal erhielten die Teilnehmer kein Feedback über ihren angesammelten Vermögensstand, in einem anderen Treatment wurde diese Information gegeben. Die Teilnehmer wurden hier allerdings nicht durch monetäre Anreize motiviert, sondern wurden nur aufgefordert „ihr Bestes“ zu tun. Die Hauptergebnisse der Studie waren:

- ² signifikante Inkonsistenzen (d.h. Teilnehmer haben in strukturell identischen Situationen anders entschieden),
- ² häufige Unterschätzung des zukünftigen Einkommens (erklärbar durch Unterschätzen des Zinseszinses) und
- ² klare Widerlegung einer stabilen, intertemporalen Nutzenfunktion (verschiedene Individuen haben dieselben Fragen sehr unterschiedlich beantwortet).

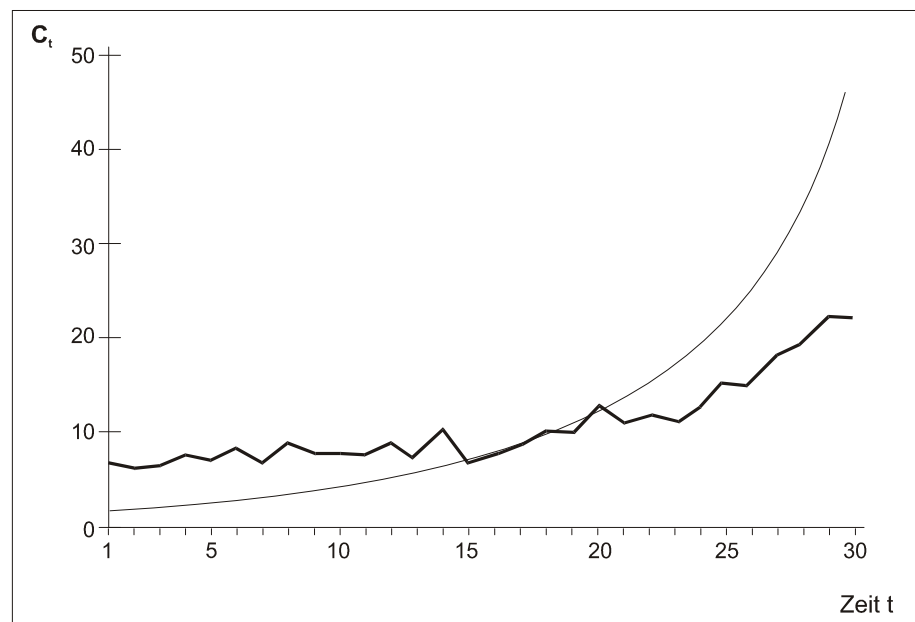


Abbildung 1.2: Durchschnitt aller Entscheidungen und optimaler Pfad
(aus Fehr und Zych, 1995)

Die Studie von Fehr und Zych (1995) basiert auf der „Theorie der rationalen Sucht“ von Becker und Murphy (1988), die Sucht als rational antizipierbares Phänomen, anstatt als unerwartete Konsequenz früherer Entscheidungen betrachtet. Das Experiment ging über $t = 30$ Perioden und gab den Teilnehmern ein konstantes, periodisches Einkommen

von $S_t = 10$. Die Suchtneigung wurde eingefangen durch den Anstieg des marginalen Nutzen über die Zeit (vgl. Abbildung 1.2 – entspricht Abbildung 4 aus Fehr und Zych, 1995). Wie zu sehen ist, wird der optimale Konsum für die Zukunft nicht richtig antizipiert, so daß in der ersten Hälfte des Experiments zu viel konsumiert wird, während in der zweiten Hälfte systematisch zu wenig konsumiert wird.

Einen weiteren Aspekt bringen nun die Studien ins Spiel, in denen die Länge des Lebens als stochastische Variable interpretiert wird, d.h. eine bestimmte Wahrscheinlichkeit p bestimmt jeweils, ob das Spiel noch eine weitere Periode fortgesetzt wird oder nicht. Die Länge des „Lebens“ ist damit also nicht im Vorhinein bekannt, der Zeithorizont ist damit potentiell unendlich. Dies ist unrealistisch, da weder das reale Leben noch ein Experiment mit dieser Vorgabe übereinstimmt.

Hey und Dardanoni (1988) stellen ein Modell mit konstanter Terminationswahrscheinlichkeit und stochastischem Einkommen vor. In ihrem computerisierten Experiment konnte nicht verbrauchtes Einkommen für zukünftige Konsumausgaben gespart werden. Die Versuchspersonen wurden durch den Nutzen des Konsums in der letzten realisierten Periode belohnt, d.h. alle Ausgaben aus vorherigen Perioden und alles Gesparte war nach dem „Tod“ wertlos. Da dieses Modell einen potentiell unendlichen Zeithorizont hat (nach jeder Periode gilt wieder die gleiche Terminationswahrscheinlichkeit p) kann hier die dynamische Programmierung nicht angewendet werden. Aufgrund der stationären Situation kann aber eine (stationäre) optimale Lösung für alle Perioden berechnet werden. Die Ergebnisse der Studie zeigen systematische Abweichungen von der optimalen Lösung. Qualitativ ähneln sich aber die beobachteten Werte und die optimale Lösung. Beispielsweise sollte bei höherem Einkommen mehr gespart werden als bei geringerem Einkommen, was auch beobachtet werden konnte.

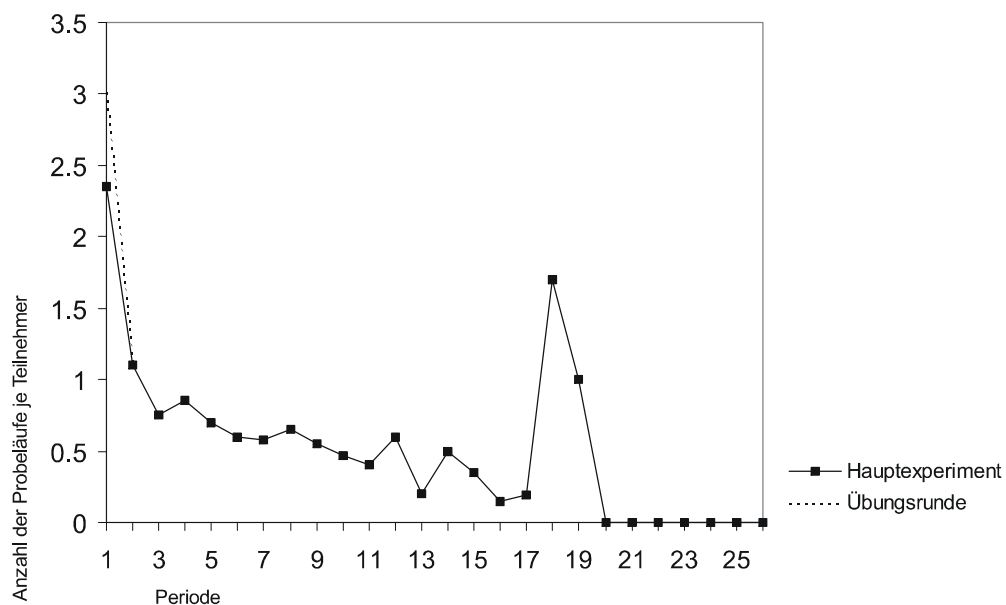


Abbildung 1.3: Durchschnittliche Anzahl von Probeläufen
(aus Köhler, 1996)

Der Modellansatz von Hey und Dardanoni (1988) wurde auch von Köhler (1996) verwendet, der vornehmlich an den Planungen der Versuchspersonen interessiert ist. Die Frage war hier insbesondere, ob die Teilnehmer einen bestimmten Planungshorizont annehmen oder bestimmte Konsummuster verfolgen. Zu diesem Zweck wird den Teilnehmern am Computer ein Simulationsrechner zur Verfügung gestellt, der aufgrund bestimmter Parameterannahmen der Versuchspersonen (z.B. für das zukünftige Einkommen oder Anzahl der zukünftigen Perioden) die optimale Lösung für das gestellte Entscheidungsproblem liefern. Köhler (1996) untersucht nun die lediglich die Eingabeparameter bzw. die Häufigkeit der Planungen. Dabei unterscheidet er im wesentlichen drei verschiedene Kategorien von Planungsüberlegungen: Als „Learning“ bezeichnet er eine Planungsweise, die mindestens einen simulierten Konsumpfad zur Grundlage hat. Als „Rolling“ werden Planungsweisen bezeichnet, die nie zwei aufeinanderfolgende Perioden ohne Planungssimulation beinhalten. „Fixed end“ bezeichnet eine Vorgehensweise, bei der alle Simulationen der Teilnehmer mit einer festen Endperiode kalkulieren, anstatt eine konstante Terminationswahrscheinlichkeit anzunehmen. Am meisten wurden die Planungsweisen „Learning“ und „Rolling“ verwendet. Die durchschnittliche Anzahl von Probeläufen der Teilnehmer ist in **Abbildung 1.3** (entspricht **Abbildung 1** aus Köhler, 1996) dargestellt. Die Anzahl der Probeläufe bzw. Simulationen nimmt, entgegen der intuitiven Erwartung, mit der Anzahl der Perioden ab³.

Eine neuerer Artikel von Ballinger, Palumbo und Wilcox (1998) basiert auf einem stochastischen Modell mit endlichem Planungshorizont und stochastischem Einkommen, dessen Lösung nur durch numerische Methoden gefunden werden konnte. Die Autoren finden systematisches Untersparen, d.h. eine ungenügende Sorge um zukünftigen Wohlstand. Ein interessanter Aspekt dieses Experimentes ist, daß drei Teilnehmer eine Familie bilden. So kann der erste der drei Teilnehmer mit dem zweiten bzw. dieser mit dem dritten im Sinne von intergenerationalem Erfahrungsaustausch über das Entscheidungsproblem diskutieren. Auch wenn die bisherige Stichprobe relativ klein ist, kann man doch zu der Aussage gelangen, daß sich die Entscheidungen über die Generationen verbessern, auch wenn sie sich bei weitem nicht der optimalen Lösung annähern.

Darüber hinaus kann man das dynamische Programmieren natürlich auch in einfacheren Situationen ohne Periodenstruktur oder intertemporale Nutzenfunktionen betrachten. Hey und Carbone (1997) haben in einem computerisierten Einpersonen-Spiel experimentell untersucht, wie Versuchspersonen mit einem, in einem Spielbaum mit 64 Endknoten dargestellten, stochastischen Problem (einer iterierten Lotteriewahl) umgehen. Dabei waren die Auszahlungen jeweils in den Endknoten verborgen, und konnten nur auf explizite Anforderung per Mausklick abgerufen werden. Es durften keine Notizen gemacht werden, daher konnten Zwischenergebnisse nur in vorgelagerten Knoten im Computer zwischengespeichert werden, was eine detaillierte Analyse der Vorgehensweise der Versuchspersonen erlaubt. Diese Untersuchung zeigt deutlich, daß menschliche Entscheider in keiner Weise die dynamische Programmierung anwenden, da die dafür notwendigen Informationen nicht vollständig abgerufen werden. Die Frage, wie stattdessen vorgegangen wird, kann (noch) nicht eindeutig beantwortet werden.

³Der Ausschlag der Kurve in Periode 18 und 19 ist durch eine geringe Beobachtungszahl zu erklären.

1.4 Motivation unseres Ansatzes

Das neue Element unserer, in dieser Arbeit beschriebenen, Experimentserien besteht nun darin, daß wir nicht, wie in bisherigen Modellen üblich, von einer konstanten Terminationswahrscheinlichkeit ausgehen. In unserem Modell führen vielmehr bestimmte Ereignisse im Laufe des „Lebens“ dazu, daß man seine Erwartungen über die Zukunft im Laufe der Zeit ändern muß.⁴ Die Teilnehmer kennen also ihre „Lebenserwartung“ anfangs nicht genau, erfahren aber im Laufe des Experiments mehr und mehr darüber. Die Experimentteilnehmer sehen sich also nicht einer stationären Situation gegenüber, sondern müssen verschiedene Situationen mit sich ändernden Unsicherheiten über die Zukunft bewältigen.

Ein initialer Geldbetrag (Lebenseinkommen) muß auf eine unbekannte Anzahl von Perioden verteilt werden. Die fundamentale Unsicherheit besteht also nicht im Einkommen, sondern in der „Lebenserwartung“. Die Teilnehmer müssen ihre „Lebenserwartung“ aufgrund von initialen Zufallszügen aufdatieren, bevor (analog zu bisherigen Experimenten) eine zeitweise konstante Terminationswahrscheinlichkeit erreicht wird. Um dies den Versuchspersonen möglichst anschaulich zu illustrieren, stehen zu Beginn des Experiments drei verschiedenfarbige Würfel zur Verfügung, die drei verschiedene Terminationswahrscheinlichkeiten nach der dritten Periode repräsentieren (vgl. auch **Abbildung 1.4**). Den Ampelfarben entsprechend symbolisiert dabei der rote Würfel die höchste, der gelbe Würfel die mittlere und der grüne Würfel die geringste Terminationswahrscheinlichkeit. Nach der ersten Entscheidung eines Teilnehmers wird einer der Würfel ausgeschlossen, es ist also sicher, daß dieser Würfel für die Festlegung der Terminationswahrscheinlichkeit nicht mehr in Frage kommt. Nach der zweiten Periode wird ein weiterer Würfel ausgeschlossen. Auf diese Weise ist nun klar, daß der dritte, bisher nicht ausgeschlossene Würfel die Terminationswahrscheinlichkeit in den folgenden Perioden bestimmt. Um den Versuchspersonen eine gewisse Erfahrung in dieser speziellen Situation zu ermöglichen, wurden sie jeweils 12 mal hintereinander vor die gleiche Situation gestellt.

In zwei verschiedenen Treatments wurde zur Berechnung der Auszahlungen eine multiplikative sowie eine additive Funktion gewählt. Diese Funktionen haben jeweils die Eigenschaft, daß eine Gleichaufteilung über die Anzahl der tatsächlichen Perioden zum höchst möglichen Gewinn führt (Konsumglättungseigenschaft der Lebenszyklushypothese). Wüßte man also von Beginn an, wieviele Perioden man erleben wird, so wäre das Problem relativ einfach lösbar. Im folgenden wird jedoch deutlich werden, daß die initiale Änderung in den zu erwartenden Terminationswahrscheinlichkeiten bereits zu großen Schwierigkeiten bei der Berechnung der optimalen Lösung führt.

Unserer Meinung nach bringt diese Veränderung gegenüber bisherigen Studien eine größere Annäherung an die Realität (das Leben birgt viele, auch sich verändernde Unsicherheiten). Die Studien haben einen weitgehend explorativen Charakter und versuchen nicht bestehende Theorien oder Modelle zu testen. Allerdings wird das Verhalten immer mit dem „Bechmark“ des optimalen Verhaltens für einen risikoneutralen Entscheider in einer solchen Situation verglichen. Es kann von den Versuchspersonen nicht erwartet werden, daß sie sich gemäß dieser optimalen Lösung verhalten. In unserem Fall dient diese eher dazu, einige beschränkt rationale Kriterien zu identifizieren, anhand derer das tatsächliche Verhalten beurteilt werden kann.

⁴Dies könnte man z.B. als Ergebnis eines Arztbesuches interpretieren.

Dieses Grundmuster erstreckt sich auf alle drei Versionen des Experiments, lediglich die Komplexität des Experimentaufbaus wurde variiert. So ist die Komplexität der ersten experimentellen Analyse (Kapitel 2) gegenüber der zweiten Analyse (Kapitel 3) wesentlich verringert worden, indem die Würfel nun nicht mehr Terminationswahrscheinlichkeiten, sondern eine bestimmte Endperiode bezeichnen. Für die dritte Analyse (Kapitel 4) wurde die Komplexität hingegen erhöht, indem eine zusätzliche Investitionsentscheidung eingeführt wurde. Weiterhin wurde ein Treatment der ersten Analyse wieder aufgenommen und im Internet durchgeführt (Kapitel 5). Im letzten Kapitel (Kapitel 6) werden weitere Forschungsansätze dargestellt und eine Zusammenfassung der vorangegangenen Experimente gegeben.

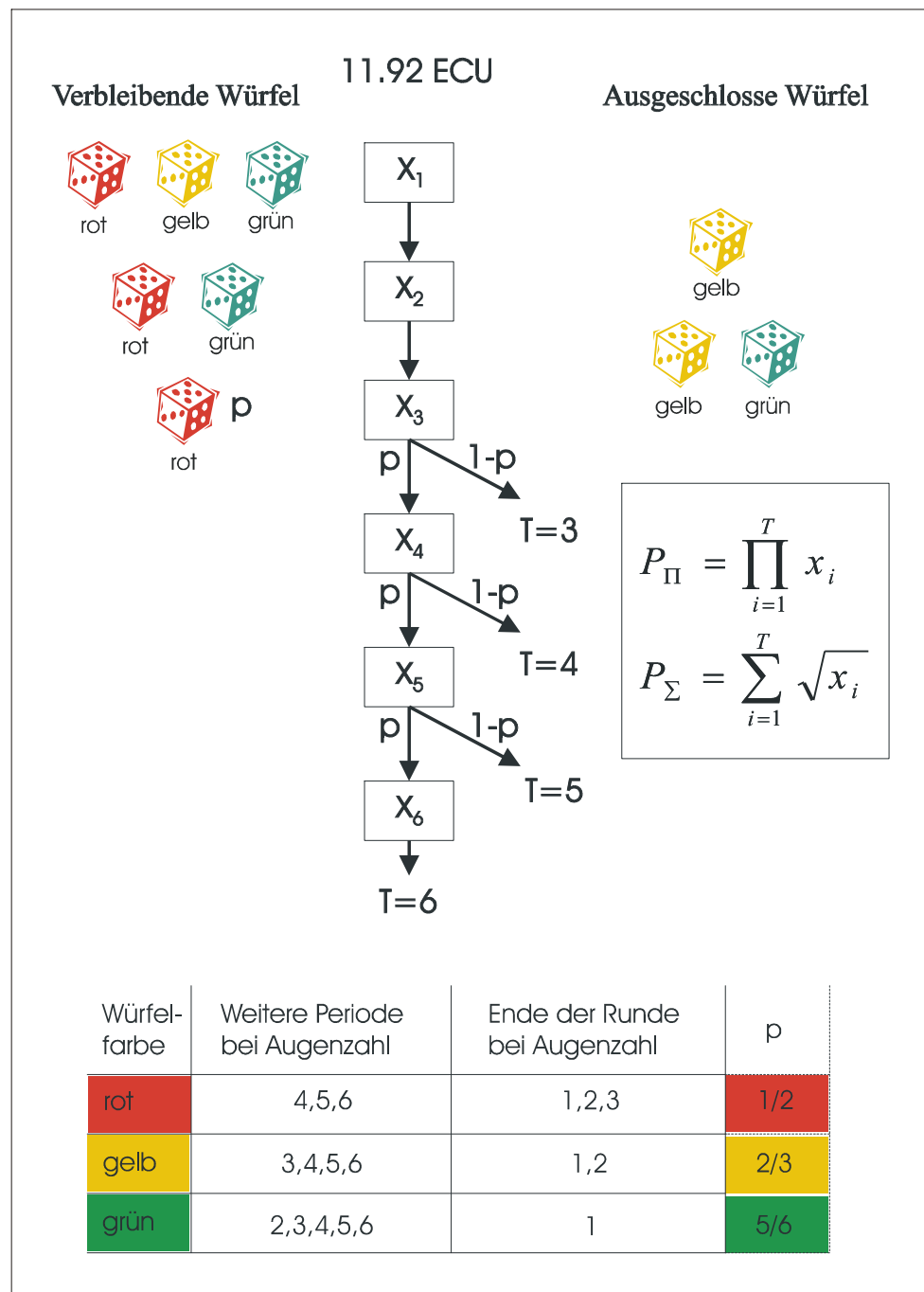


Abbildung 1.4: Struktur des ersten Experiments

Kapitel 2

Intertemporales Entscheidungsverhalten, Aufdatieren und dynamische Programmierung

–Erste experimentelle Analyse–

2.1 Einleitung

Die Teilnehmer dieses Experiments waren vornehmlich Studenten der Humboldt-Universität zu Berlin, hauptsächlich aus den Fachrichtungen Betriebs- und Volkswirtschaftslehre. Die Teilnehmer wurden per Handzettel eingeladen, sich für das Experiment einzuschreiben. Im Labor wurden die Teilnehmer vor, durch Zwischenwände voneinander abgetrennte, Computer gesetzt, wo sie gedruckte Instruktionen (siehe Anhang A) vorfanden, die auch gleichzeitig auf dem Bildschirm abrufbar waren (vgl. auch Bildschirmkopien in Abbildung D.1 im Anhang). Im folgenden wollen wir das durchgeführte Experiment noch einmal genau beschreiben, bevor wir im nächsten Abschnitt zur Experimentauswertung kommen.

2.2 Experimentdesign

In diesem Experiment „lebt“ man genau für T (> 1) Perioden, in denen man höchstens S Geldeinheiten ausgeben kann. Mit x_t bezeichnen wir die Ausgaben (den „Konsum“) in den Perioden $t = 1; \dots; T$. Der optimale Sparplan $X = (x_1^a; \dots; x_T^a)$ wird ermittelt, indem die intertemporale Nutzenfunktion $u(x_1; \dots; x_T)$ unter den Nebenbedingungen $x_t \geq 0$ und $x_1 + \dots + x_T \leq S$ maximiert wird. In diesem Experiment haben wir die Stochastik des menschlichen Lebens, wie bei den meisten Sparproblemen üblich, mit Hilfe der Variable T (der Länge des Lebens) implementiert. Weitere Unsicherheiten bestehen in diesem Experiment nicht. Die Teilnehmer „leben“ mindestens drei und höchstens sechs Perioden, d.h. $3 \leq T \leq 6$ ($T \in \mathbb{N}$). Weiterhin gibt es in diesem Experiment drei verschiedene Terminationswahrscheinlichkeiten nach der dritten Periode, die durch drei verschiedenfarbige

Würfel symbolisiert werden. So steht der rote Würfel für eine Terminationswahrscheinlichkeit von $p = \frac{1}{2}$, der gelbe Würfel für $p = \frac{1}{3}$ und der grüne Würfel für $p = \frac{1}{6}$. Bevor die Teilnehmer über den Konsum in der ersten Periode x_1 entscheiden, ist nicht klar, welche der drei Terminationswahrscheinlichkeiten für sie in Frage kommt. Die Anwendung aller drei Würfel ist zu Beginn des Experiments gleich wahrscheinlich. Vor der zweiten Entscheidung (x_2) wird einer der Würfel zufällig ausgeschlossen. Die Teilnehmer wissen nun, welcher der drei Würfel für sie nicht in Frage kommt, und sie müssen ihre Terminationswahrscheinlichkeit entsprechend aufdatieren. Vor der dritten Entscheidung (x_3) wird ein weiterer der zwei verbliebenen Würfel ausgeschlossen, so daß die Teilnehmer nun genau wissen, welcher der drei Würfel angewendet wird. Nach der dritten, vierten und gegebenenfalls fünften Periode entscheidet dieser Würfel (in stochastisch unabhängigen Würfen) darüber, ob man jeweils eine weitere Periode erreicht.

In den Instruktionen werden die Teilnehmer darüber informiert, daß sie 12 Runden des Experiments zu absolvieren haben. In jeder Runde haben sie die Möglichkeit einen gegebenen Betrag von $S_1 = 11;92$ ECU (experimental currency unit – Experimentalwährung) über eine unbestimmte Anzahl von (mindestens 3 und höchstens 6) Perioden zu verteilen. Es wird ihnen erklärt, daß nach der dritten, vierten und fünften Periode jeweils ein Zufallszug mit einem von den drei verschiedenfarbigen Würfeln durchgeführt wird. Diese Würfel beenden eine Runde jeweils bei verschiedenen Augenzahlen. Mit dem roten Würfel ist eine Runde bei den Zahlen $f1; 2; 3g$, beim gelben Würfel bei $f1; 2g$ und beim grünen Würfel bei $f1g$ beendet.

Mit x_t bezeichnen wir den Betrag, der in der Periode $t = 1; \dots; T$ ausgegeben wird. S_t bezeichnet den Betrag, der in der Periode t vom Ausgangsbetrag noch nicht verwendet wurde. Für die Beziehung zwischen x_t und S_t gilt, daß $0 \leq x_t \leq S_t$ und $S_{t+1} = S_t - x_t$ ist. Die Teilnehmer wissen, daß nach der Entscheidung x_1 ein Würfel und nach der Entscheidung x_2 der zweite der drei Würfel ausgeschlossen wird.

Das Experiment wurde in zwei verschiedenen Treatments durchgeführt. Die einzige Unterscheidung ist dabei, wie sich der monetäre Gewinn der Teilnehmer aufgrund ihrer Entscheidungen $x_1; \dots; x_t$ berechnet. Wir unterscheiden dabei die beiden Auszahlungsfunktionen:

$$U_P = \prod_{t=1}^T x_t = x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_t \text{ (Produkt-Treatment)}$$

und

$$U_S = \sum_{t=1}^T p_{x_t} = p_{x_1} + p_{x_2} + \dots + p_{x_t} \text{ (Summen-Treatment)}.$$

Das Computerprogramm stellte den Teilnehmern neben den Entscheidungsformularen einen Taschenrechner zur Verfügung, mit dem sie die Konsequenzen ihrer Entscheidungen berechnen konnten. Vor den eigentlichen 12 Runden des Spiels wurden sie aufgefordert, den 16PA Persönlichkeitsfragebogen (vgl. Brandstätter 1988) inklusive einiger Fragen nach Persönlichkeitsmerkmalen, wie Alter, Geschlecht und Studienfach, auszufüllen. Nach den 12 Runden wurden die Teilnehmer mit einem Situationsfragebogen (ebenfalls nach Brandstätter) und einigen speziellen Fragen zum Experiment konfrontiert. Insgesamt haben an diesem Experiment je Treatment 50, insgesamt also 100, Versuchspersonen

teilgenommen. Das Experiment wurde ohne Zeitrestriktion durchgeführt. Es wurde den Versuchspersonen freigestellt, wieviel Zeit sie sich für das Experiment nehmen. Eine Sitzung hat im Schnitt ca. 1;5 Stunden in Anspruch genommen.

Insgesamt gibt es sechs mögliche Sequenzen von initialen Würfelausschlüssen (drei mögliche Würfel im ersten Schritt und jeweils zwei mögliche Würfel im zweiten Schritt). Jeder Teilnehmer hat, ohne es zu wissen, alle sechs Sequenzen in zufälliger Reihenfolge je zweimal hintereinander gespielt. Im folgenden werden die ersten sechs Spiele als „erster Zyklus“ und die zweiten sechs Spiele als „zweiter Zyklus“ bezeichnet. Auf diese Weise können wir Erfahrungseffekte besser kontrollieren, indem wir entweder dieselbe Sequenz im ersten sowie im zweiten Zyklus oder die Zyklen untereinander vergleichen.

In den Instruktionen wurde den Teilnehmern mitgeteilt, wie ihr monetärer Gewinn in DM von der Auszahlungsfunktion U abhängt. Für das Produkt-Treatment U_i gilt $U = U_i$ und für das Summen-Treatment 5 DM $\leq U$ für $U = U_5$. Am Anfang der 12 Runden konnten die Versuchspersonen entscheiden, ob sie nach dem Durchschnitt der 12 Rundengewinne oder nach einer zufällig ausgelosten Runde bezahlt werden möchten. Man kann diese Entscheidung als Offenbarung der persönlichen Risikoeinstellung der Versuchspersonen ansehen (eine zufällig ausgeloste Runde ist im Gegensatz zur Durchschnittsauszahlung das – im Sinne einer größeren Varianz – risikoreichere Spiel).

2.3 Optimales Konsumverhalten

Betrachtet man ein so definiertes Entscheidungsproblem, stellt man fest, daß optimales Verhalten für risikoneutrale menschliche Entscheider hier nur schwer möglich ist. Nehmen wir an, die Auszahlung wird durch die Funktion U_i ermittelt. Falls man im Vorhinein die Länge des „Lebens“ T mit $T \in \{3; 4; 5; 6\}$ kennen würde, wäre die Lösung für die einzelnen Konsumententscheidungen x_t^a relativ einfach zu bestimmen, nämlich:

$$x_t^a = S_1 = T \text{ mit } t = 1; \dots; T.$$

Für die Experiment-Teilnehmer wird dieses Optimierungsproblem jedoch relativ schwer lösbar, sobald T eine stochastische Variable aus der Menge $T \in \{3; 4; 5; 6\}$ ist. Um die Schwierigkeiten zu verdeutlichen, wenden wir, wie oben beschrieben, die Lösungsmethode des „Dynamischen Programmierens“ auf das vorliegende Problem an. Für einen gegebenen Betrag $S_5 (> 0)$ mit der Terminationswahrscheinlichkeit $w (0 < w < 1)$ und $C = x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq x_4 (> 0)$ kann die Auszahlung U_i als

$$U_i = C \leq x_5 [w + (1 - w)(S_5 - x_5)] \text{ (mit } C > 0)$$

geschrieben werden. Aus

$$\frac{\partial U_i}{\partial x_5} = 0 \text{ und } \frac{\partial^2 U_i}{\partial x_5^2} = -2C(1 - w) < 0$$

erhält man

$$x_5^a(S_5; w) = \min \left\{ \frac{1}{2} \frac{w}{2(1 - w)} + \frac{S_5}{2}; \frac{3}{4} S_5 \right\} \text{ für alle } x_1; x_2; x_3; x_4; S_5 > 0.$$

Wenn man jetzt x_5^a in U_I einsetzt, erhält man zwei neue Optimierungsprobleme, nämlich für $x_5^a(S_5; w) = S_5$ sowie für $x_5^a(S_5; w) < S_5$, deren gemeinsame Lösung x_4 bereits nicht mehr linear ist. Dies soll verdeutlichen, daß es für die Experimententeilnehmer praktisch unmöglich ist, die optimale Lösung in einer vernünftigen Zeitspanne zu errechnen.

Bei noch genauerem Hinsehen haben auch wir festgestellt, daß die Berechnung der optimalen Lösung unter Risikoneutralität sowohl für U_I als auch für U_S sehr schwierig ist. Erst durch die Anwendung numerischer Methoden (mit Hilfe des Computers) waren wir in der Lage die optimalen Konsumpfade für dieses Problem zu ermitteln (siehe Abbildung 2.1). Die in den verschiedenen Stufen jeweils zur Verfügung stehenden Beträge stehen über den Kästchen, die jeweils optimale Entscheidung in den Kästchen.

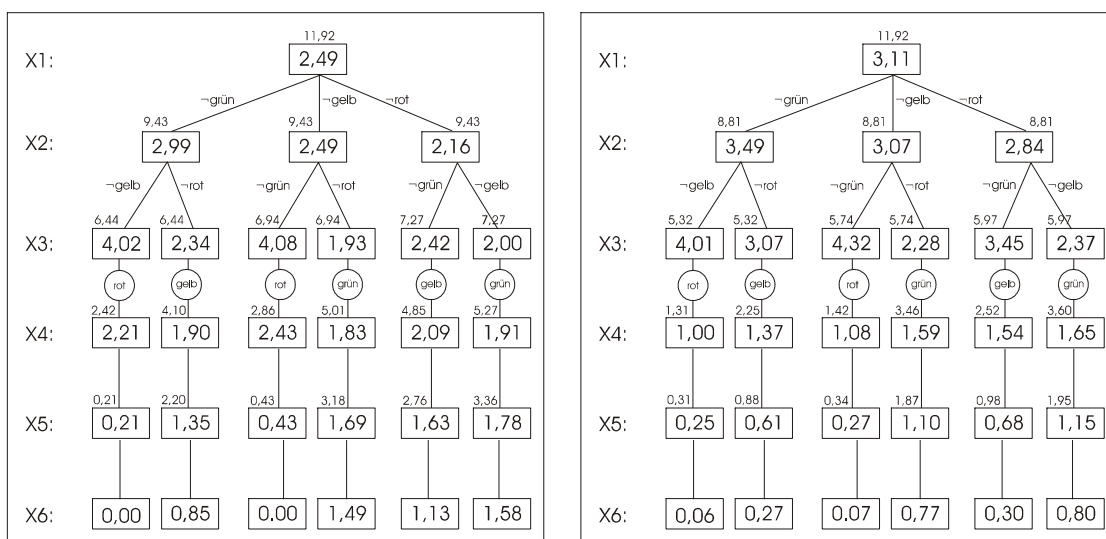


Abbildung 2.1: Optimales Konsumverhalten (I links – S rechts)

Betrachten wir nun einige Eigenschaften der Lösungsbäume. Für U_I impliziert die optimale Lösung an zwei Stellen ein Konsumverhalten von $x_6^a = 0$, und zwar in genau den Sequenzen, in denen der rote Würfel zur Anwendung kommt, d.h. die geringsten Chancen für ein langes „Leben“ bestehen. Wenn man trotz einer Terminationswahrscheinlichkeit von $\frac{1}{2}$ die sechste Periode erreicht, heißt das natürlich auch, daß die Auszahlung mit der Funktion $U_I = 0$ ist. Im Summen-Treatment U_S ist eine Auszahlung von Null bei Anwendung der optimalen Lösung nicht möglich, da der marginale Nutzen von x_t für $x_t \neq 0$ gegen $+1$ geht. Für beide Auszahlungsfunktionen gilt, daß „schlechte Nachrichten“ (Ausschluß des grünen Würfels) den optimalen Konsum ($x_t^a > x_{t-1}^a$) steigen lassen, während x_t^a bei „guten Nachrichten“ sinkt.

Generell läßt sich sagen, daß die Situation für U_I wesentlich riskanter ist als für U_S . Beispielsweise ist nur im Fall des sinnlosen Verhaltens $x_1 = x_2 = \dots = x_T = 0$ eine Auszahlung von $U_S = 0$ möglich. Der Erwartungswert 1 und die Standardabweichung $\%$ für das optimale Konsumverhalten für U_I betragen $^1_I = 35; 16$ und $\%_I = 18; 25$ und für U_S genau $^1_S = 6; 75$ sowie $\%_S = 1; 10$.

2.4 Experimentergebnisse

Zunächst wollen wir nun eine Übersicht über die Daten geben und einige qualitative Eigenschaften der beiden Treatments betrachten. Wir schildern später einzelne Ergebnisse im Detail. Da die experimentelle Situation sehr komplex und das Verhalten der Versuchspersonen sehr variabel ist, definieren wir einige Kriterien begrenzt rationalen Verhaltens, um die Beobachtungen besser kategorisieren zu können.

Das betrachtete Experiment kann in zwei getrennt zu betrachtende Bestandteile zerlegt werden. Der erste Teil besteht aus den Perioden 1, 2 und 3, die mit Sicherheit erlebt werden und in denen sukzessive Informationen über den Fortgang des Experiments bzw. die Terminationswahrscheinlichkeiten gegeben werden. Dieser Teil des Experiments wird analysiert, um festzustellen, ob die Teilnehmer die erhaltenen Informationen in der richtigen Art und Weise in ihre Überlegungen miteinbeziehen.

2.4.1 Durchschnittliches Verhalten und Effizienz

Der durchschnittliche Profit der 50 Teilnehmer in den $(50 \times 12 \text{ Runden} = 600)$ Fällen war 27; 62 ECU (1 ECU = 1 DM) im Produkt-Treatment und 6; 50 ECU (5 ECU = 1 DM) für das Summen-Treatment. Damit liegt die Effizienz $U=U^*$ für das Produkt-Treatment bei 79%, während sie für das Summen-Treatment bei 97% liegt. Die Auszahlungen verändern sich zwischen den beiden Zyklen kaum. Es lassen sich also keine Erfahrungseffekte konstatieren.

Obwohl die Teilnehmer im Summen-Treatment weiter von den optimalen Werten abweichen (höhere Varianz bei fast allen Entscheidungen) ist die Effizienz im Summen-Treatment konstant höher. Dies ist auf die Tatsache zurückzuführen, daß die Funktion U_S „flacher“ ist als für U_I . **Abbildung 2.2** zeigt die maximal zu erzielende Auszahlungserwartung (bei bedingt optimalem Verhalten in späteren Perioden) bezogen auf die Höhe der Abweichungen vom optimalen Verhalten bei der ersten Konsumentenentscheidung x_1 . Die Funktion U_S impliziert also geringere Verluste als U_I bei gleichen Fehlern bezüglich x_1 . Dies gilt für die folgenden Entscheidungen in ähnlicher Weise.

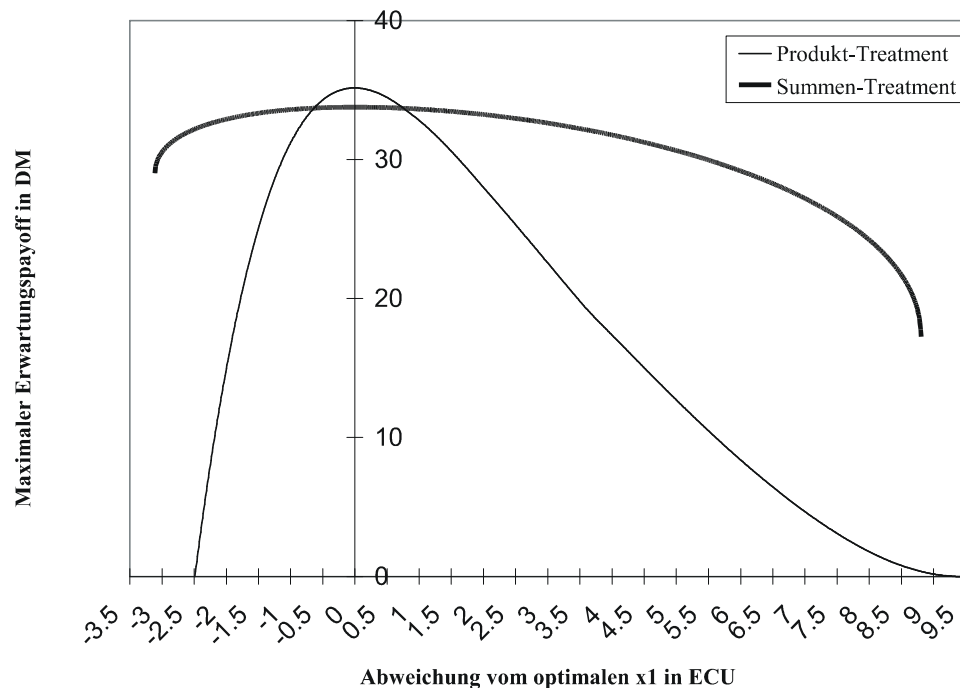


Abbildung 2.2: Maximal zu erzielende Auszahlungserwartung bei Abweichungen vom optimalen x_1

Um einen ersten Eindruck der tatsächlichen Entscheidungen zu erhalten, zeigt die **Abbildung 2.3** den Mittelwert, das Minimum, das Maximum und die Varianz für jeden der sechs Spielpfade. Die Linie über bzw. unter jeder Box zeigt an, ob sich der beobachtete Mittelwert über oder unter dem optimalen Wert befindet. Hierbei läßt sich feststellen, daß die beobachteten Mittelwerte im Summen-Treatment in den ersten drei Perioden sehr oft unter dem optimalen Wert liegen (dies trifft für 7/10 Kästchen), d.h. die Teilnehmer zeigen hier eine Tendenz zum Übersparen in den sicheren Perioden, dies ist im Produkt-Treatment nicht der Fall (3/10).

Der Ausschluß eines Würfels bedeutet jeweils eine neue Information für die Spieler und sie sollten auf jede Information in der richtigen Art und Weise reagieren, d.h. durch Senken oder Erhöhen des Konsums. Das durchschnittliche Verhalten reagiert entsprechend der optimalen Lösung: Alle beobachteten Mittelwerte zeigen dieselben ordinalen Relationen wie die optimale Lösung, d.h. nach Ausschluß des grünen Würfels in der ersten Periode ist der ausgegebene Betrag höher als nach Ausschluß des gelben Würfels, und dieser ist wiederum höher als nach Ausschluß des roten Würfels. Nach Ausschluß des zweiten Würfels sind ebenfalls qualitativ richtige Reaktionen zu beobachten. Darüber hinaus ist in allen sechs Spielpfaden nach der dritten Periode eine stetige Senkung des Konsums zu beobachten. Wegen der Unsicherheit, ob die Perioden 4–6 überhaupt erreicht werden, ist dies ebenfalls durch die optimale Lösung vorgezeichnet.

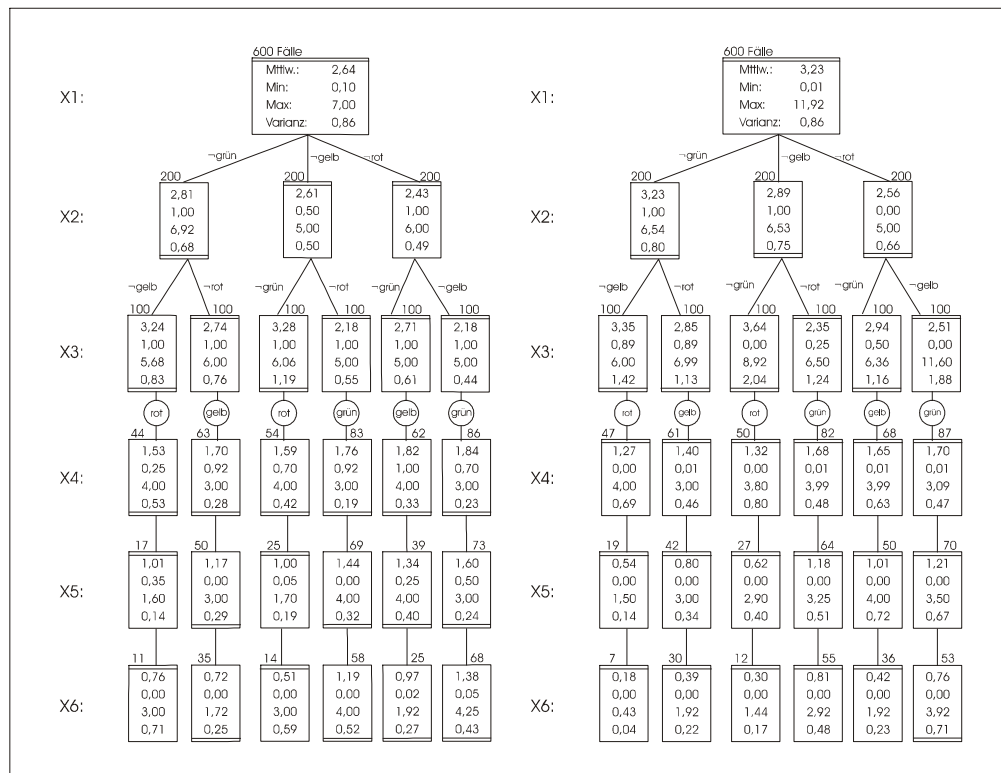


Abbildung 2.3: Durchschnittliches Verhalten: Mittelwerte, Minima, Maxima und Varianzen (Produkt-Treatment links, Summen-Treatment rechts)

Die Distanz zwischen den Minima und Maxima wird natürlicherweise in späteren Perioden kleiner, da hier auch die zur Verfügung stehenden Beträge kleiner werden. Im Summen-Treatment ist der Mittelwert in den unsicheren Perioden $t = 4; 5; 6$ meist über den optimalen Werten (17/18), während er im Produkt-Treatment meist darunter (14/18) liegt. Die beobachtete Varianz ist im Produkt-Treatment meist geringer als im Summen-Treatment (21/28).

2.4.2 Konsum in den sicheren Perioden

In diesem Abschnitt wollen wir den Konsum in den sicheren Perioden ($t = 1; 2; 3$) untersuchen. Alle Teilnehmer haben, wie in der Spielbeschreibung bereits erwähnt, alle sechs Spielpfade in zwei aufeinanderfolgenden Zyklen gespielt. Wir bezeichnen in diesem Abschnitt mit 1i den durchschnittlichen Anteil $(x_1^i + x_2^i + x_3^i) = 11; 92$ des Individuums i , d.h. 1i mißt den relativen Konsum in den sicheren Perioden.

Wir messen Über- oder Untersparen indem wir die beobachteten Werte für 1i mit den optimalen vergleichen. Hierbei ist es besonders interessant, die Maße zwischen den beiden Treatments zu vergleichen. Wir betrachten beide Zyklen gemeinsam, da sich hier keine gravierenden Unterschiede zeigen. In Tabelle 2.1 sind die optimalen Werte für die sechs möglichen Spielsequenzen von $k = 1$ bis $k = 6$ nach der Höhe des optimalen Konsumlevels $^1k = (x_1^k + x_2^k + x_3^k) = 11; 92$ geordnet. Die beobachteten Mittelwerte 1k ($k = 1; \dots; 6$) sind dabei ebenso wie die optimalen Werte (in Klammern) getrennt für beide Treatments dargestellt.

Sequenz	1. Zufallszug	2. Zufallszug	Q	P
			–Treatment	–Treatment
1	: grün	: gelb	,73 (.80)	,83 (.89)
2	: gelb	: grün	,72 (.76)	,82 (.88)
3	: grün	: rot	,69 (.66)	,78 (.81)
4	: rot	: grün	,65 (.59)	,74 (.79)
5	: gelb	: rot	,63 (.58)	,71 (.71)
6	: rot	: gelb	,60 (.56)	,70 (.70)

Tabelle 2.1: Spielpfade mit Konsum in den sicheren Perioden

Die beobachteten Mittelwerte sind exakt in der gleichen Reihenfolge angeordnet wie die optimalen Werte. Weiterhin sind die Werte für π^k im Summen–Treatment um ca. 10% höher als im Produkt–Treatment, was auch von der optimalen Lösung vorhergesagt wird. Um dieses erste Ergebnis statistisch zu untermauern, haben wir die sechs Sequenzen von Würfelausschlüssen in zwei Gruppen geteilt. Die erste Gruppe enthält die Sequenzen 1,2 und 3 und die zweite Gruppen die anderen drei Sequenzen, d.h. die erste Gruppe ist die mit höherem und die zweite Gruppe die mit niedrigerem initialen Konsum. Für jede Runde wird nun jeder Teilnehmer einer der beiden Gruppen zugeordnet. Tabelle 2.2 zeigt den so berechneten initialen Konsum nach Runden aufgeschlüsselt.

Runde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I ; Gruppe 1	,70	,70	,73	,74	,71	,69	,69	,71	,72	,71	,72	,71
I ; Gruppe 2	,61	,62	,65	,65	,63	,64	,63	,62	,62	,62	,62	,61
S; Gruppe 1	,80	,82	,82	,79	,78	,84	,82	,79	,80	,83	,79	,79
S; Gruppe 2	,70	,71	,73	,71	,76	,71	,70	,70	,69	,69	,70	,74

Tabelle 2.2: Durchschnittlicher initialer Konsum

Wir testen nun für jede Runde, ob die beiden Gruppen als signifikant voneinander verschieden angesehen werden können. Bei Anwendung des Mann–Whitney–U Tests für alle Runden und beide Treatments erhalten wir schon für die erste Runde positive Resultate, d.h. sogar ohne Erfahrung haben die Teilnehmer ein signifikant anderes Verhalten gezeigt. Die H_0 –Hypothese, daß die Teilnehmer in Gruppe 1 und Gruppe 2 bei verschiedenen Informationen gleiches Verhalten gezeigt haben, kann für fast alle Runden in beiden Treatments abgelehnt werden (siehe Tabelle 2.3).

	$\alpha = ;005$	$\alpha = ;01$	$\alpha = ;05$	$\alpha = ;1$
I	1	2,3,4,5,8,9,10,12	7,11	6
S	1,2,3,6,7,9,10	8	11	4,12

Tabelle 2.3: Signifikanzniveaus für die Runden beider Treatments

Bis hierhin haben wir die Reaktionen auf die durch die Würfel gegebenen Informationen in Bezug auf den Gesamtkonsum in den sicheren Perioden analysiert. Im folgenden

wollen wir dies noch weiter im Detail betrachten. Speziell die Entscheidung x_2 sollte auf die erste Information über den ersten ausgeschlossenen Würfels reagieren. Zum Beispiel bedeutet der Ausschluß des roten Würfels, daß sich die Lebenserwartung deutlich verlängert. In diesem Fall sollte der Konsum für die zweite Periode sehr viel geringer sein, als wenn der grüne Würfel ausgeschossen wird. Daher vergleichen wir die Konsumlevel $x_2=S_2$, die folgende Bedingung erfüllen sollten:

$$\mu_{\frac{x_2}{S_2} \text{ j : grün}} > \mu_{\frac{x_2}{S_2} \text{ j : gelb}} > \mu_{\frac{x_2}{S_2} \text{ j : rot}}.$$

Während wir bisher das durchschnittliche Verhalten analysiert haben wird die folgende Analyse auf individueller Ebene durchgeführt. Tabelle 2.4 zeigt wieviele Teilnehmer die dargestellten Kriterien erfüllen: „+“ heißt hier, daß das aufgelistete Kriterium erfüllt ist, „i“ heißt die umgekehrte Relation (z.B. $\frac{x_2}{S_2} \text{ j : grün} < \frac{x_2}{S_2} \text{ j : gelb}$) ist erfüllt, während „0“ bedeutet, daß die gegebene Information keinen Einfluß auf die Entscheidung hatte (weder die „größer“ noch die „kleiner“ Relation ist erfüllt).

$\frac{x_2}{S_2} \text{ j : grün}$	$\frac{x_2}{S_2} \text{ j : grün}$	$\frac{x_2}{S_2} \text{ j : gelb}$	Fälle	S
$> \frac{x_2}{S_2} \text{ j : rot}$	$> \frac{x_2}{S_2} \text{ j : gelb}$	$> \frac{x_2}{S_2} \text{ j : rot}$	Fälle	Fälle
i	i	i	2	2
i	i	0	1	
i	i	+	5	3
i	+	i	3	3
0	0	0	1	1
+	i	+	8	3
+	0	+		1
+	+	i	6	11
+	+	0	2	
+	+	+	22	26

Tabelle 2.4: Reaktion auf Information bei der Entscheidung x_2

Bei 22 Teilnehmern im Produkt-Treatment bzw. 26 Teilnehmern im Summen-Treatment ist eine durchgängig richtige Reaktion zu beobachten („+; +; +“). Mit Hilfe eines Binomial-Tests kann die H_0 -Hypothese, daß Teilnehmer nicht das Verhalten („+; +; +“) zeigen, mit $\alpha < 0,005$ für beide Treatments verworfen werden.

Die ähnliche Fragestellung für die dritte Konsumententscheidung x_3

$$\mu_{\frac{x_3}{S_3} \text{ j red}} > \mu_{\frac{x_3}{S_3} \text{ j yellow}} > \mu_{\frac{x_3}{S_3} \text{ j green}}$$

ergibt sogar noch bessere Resultate. Hier zeigen 40 Teilnehmer für das Produkt-Treatment bzw. 37 Teilnehmer für das Summen-Treatment das qualitativ richtige Ver-

halten (der gleiche Test wie oben ergibt ebenfalls $\alpha < 0,005$).

$\frac{x_3}{S_3}$			$\frac{x_3}{S_3}$			$\frac{x_3}{S_3}$				
$\frac{x_3}{S_3}$ j rot			$\frac{x_3}{S_3}$ j rot			$\frac{x_3}{S_3}$ j gelb			I	S
$> \frac{x_3}{S_3}$ j grün			$> \frac{x_3}{S_3}$ j gelb			$> \frac{x_3}{S_3}$ j grün			Fälle	Fälle
i			i			i			1	3
i			i			0			1	
i			i			+			2	1
i			+			i			1	1
0			0			0				1
+			i			+			3	3
+			+			i			2	4
+			+			+			40	37

Tabelle 2.5: Reaktion auf Information bei der Entscheidung x_3

2.4.3 Initiale Konsumententscheidung

Die initiale Konsumententscheidung x_1 ist besonders gut zu analysieren, da sie für alle Teilnehmer in jeder Runde die gleiche ist. Nichtsdestotrotz können sehr stark variierende x_1 -Werte auch für dieselben Teilnehmer beobachtet werden. Bei U_I wählen 11 von 50 Teilnehmern den gleichen x_1 -Level für den ersten Zyklus, diese Zahl steigt auf 17 Teilnehmer während des zweiten Zyklus. 8 Teilnehmer wählen über 12 Runden immer denselben x_1 -Wert. Für U_S sind diese Zahlen 6 für den ersten Zyklus, 13 für den zweiten Zyklus und 5 Teilnehmer, die immer denselben x_1 -Wert wählen (siehe Abbildung 2.4).

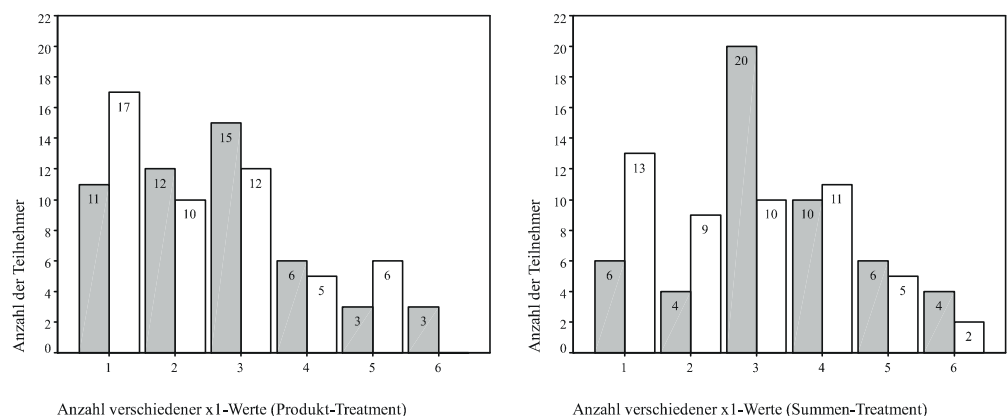


Abbildung 2.4: Anzahl von verschiedenen x_1 -Werten
(I-Treatment links, S-Treatment rechts / Runde 1–6: grau, Runde 7–12: weiß)

Was unter normativen Gesichtspunkten wie eine Anomalie erscheint, kann im Experiment einfach ein Zeichen von Lernen bzw. Experimentieren sein. Speziell in computerisierten Experimenten läßt sich ein derartiges Verhalten oft beobachten. Anstatt vorher genauer nachzudenken, werden oft verschiedene Verhaltensweisen ausprobiert. Wenn man die Variationen in der Entscheidung x_1 eines Teilnehmers als Experimentieren betrachtet, zeigt Abbildung 2.4, daß die Teilnehmer auch nach sechs Runden des Spiels weiterhin experimentieren.

Viele Entscheidungen in solchen Problemen, sind von der Prominenz der Zahlen beeinflusst (vgl. Albers und Albers, 1983). Wir haben den initialen Geldbetrag S_1 bewußt nicht prominent gewählt, so daß ein Teilnehmer mit seiner Entscheidung prominente x_1 -Level wählen kann oder den Betrag x_1 so wählen kann, daß die verbleibenden Beträge S_t für $t > 1$ prominent sind. In **Abbildung 2.5** haben wir die Häufigkeiten der gewählten x_1 -Level für das Produkt- und das Summen-Treatment abgetragen. Nur im Produkt-Treatment gibt es eine große Anzahl von Fällen, in denen es von den Teilnehmern favorisiert wurde, den Betrag S_2 prominent zu wählen, d.h. es wird $x_1 = 1;92$ (49 von 600) bzw. $x_1 = 2;92$ (26 von 600) gewählt (für das Summen-Treatment sind diese Werte 11 und 13). Für das Produkt-Treatment ist die herausragend prominente Entscheidung $x_1 = 2;00$ (144 mal) während dies im Summen-Treatment $x_1 = 3;00$ (111 mal) ist.

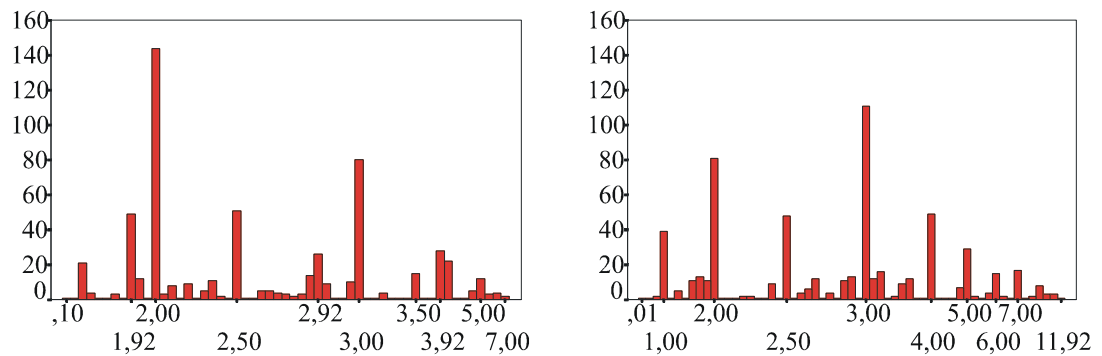


Abbildung 2.5: Prominente x_1 -Entscheidungen

2.4.4 Wenn das optimale Verhalten einfach berechnet werden kann

Man kann argumentieren, daß optimales Verhalten nicht erwartet werden kann, da es praktisch unmöglich ist, die optimale Lösung zu berechnen. In diesem Experiment gibt es aber auch Situationen, in denen die optimale Lösung relativ einfach berechnet werden kann. Zum Beispiel läßt sich die optimale Lösung für die Konsumententscheidung x_5 , wegen des kurzen Zeithorizonts, relativ einfach berechnen. So sind die optimalen Werte

$$x_5^a(S_5; w) = \min \left\{ \frac{1}{2} \frac{w}{2(1 - w)} + \frac{S_5}{2}, \frac{3}{4} S_5 \right\} \text{ für } U_1$$

bzw.

$$x_5^a(S_5; w) = \frac{S_5}{2} \text{ für } U_5.$$

Für das Produkt-Treatment und das Summen-Treatment haben wir in **Abbildung 2.6** die optimalen Entscheidungskurven für den roten Würfel (für das Produkt-Treatment ist diese stückweise linear) und die beobachteten $(S_5; x_5)$ -Werte geplottet. Fast alle Beobachtungen liegen unter der optimalen Entscheidungskurve für Risikoneutralität. Für die anderen Würfel ergibt diese Analyse kein so eindeutiges Bild.

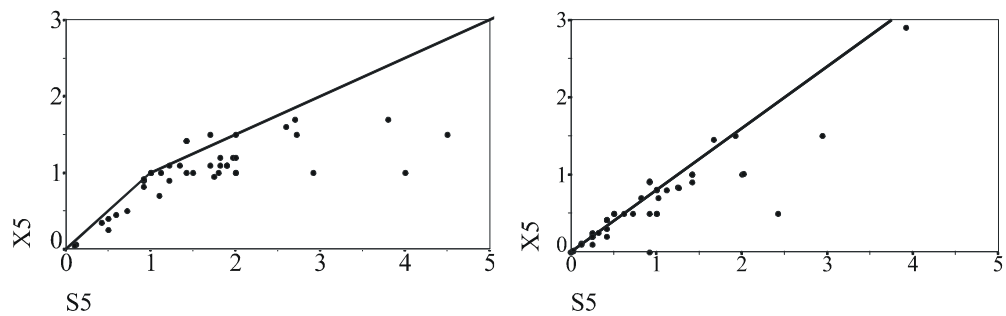


Abbildung 2.6: Beobachtete versus optimale Entscheidungen in der 5. Periode

2.4.5 Unsicherer Zeithorizont

In diesem Abschnitt wird nun das Verhalten im zweiten Teil des Experiments analysiert, der aus den unsicheren Perioden 4, 5 und 6 besteht. Wenn wir nochmal einmal das durchschnittliche Verhalten in der Ergebnisübersicht betrachten, kann man einen Eindruck gewinnen, wie die Teilnehmer mit diesem unsicheren Zeithorizont (Entscheidungen x_3 bis x_6) umgegangen sind. Im Summen-Treatment haben die Teilnehmer im Durchschnitt mehr (Sequenzen 1 bis 4) oder in derselben Größenordnung (Sequenzen 5 und 6) gespart, wie es die optimale Lösung vorhersagt. Im Produkt-Treatment haben die Teilnehmer in den sicheren Perioden der Sequenzen 3 bis 6 dagegen deutlich mehr ausgegeben, als es die optimale Lösung vorhersagt. In den ersten beiden Sequenzen (wenn der rote Würfel angewendet wird), haben sie hingegen deutlich weniger ausgegeben als von der optimalen Lösung vorhergesagt.

Wenn sich die Teilnehmer über den Konsum in einer Periode x_t ($t \leq 3$) entscheiden müssen, wissen sie nicht, ob das Leben in dieser Periode t endet, womit das bis dahin gesparte Geld verloren wäre. Das optimale Verhalten fordert hier, daß ein Teilnehmer $x_3 > x_4 > x_5 > x_6$ wählt, da er Perioden, die er bereits erreicht hat, immer höher bewerten sollte, als die folgenden unsicheren Perioden. Wir betrachten es daher als ein Kriterium für beschränkt rationales Verhalten und überprüfen, wieviele Teilnehmer dieses Kriterium erfüllen.

	Fälle	%		Fälle	%		Fälle	%
$T \leq 4$	392	100,0	$T \leq 5$	273	100,0	$T = 6$	211	100,0
$x_3 > x_4$	267	68,1	$x_3 > x_4 > x_5$	127	46,5	$x_3 > x_4 > x_5 > x_6$	75	35,5
$x_3 \leq x_4$	352	89,8	$x_3 \leq x_4 \leq x_5$	215	78,8	$x_3 \leq x_4 \leq x_5 \leq x_6$	150	71,1
$T \leq 5$	273	100,0	$T = 6$	211	100,0			
$x_4 > x_5$	179	65,6	$x_4 > x_5 > x_6$	98	46,4			
$x_4 \leq x_5$	244	89,4	$x_4 \leq x_5 \leq x_6$	171	81,1			
$T = 6$	211	100,0						
$x_5 > x_6$	160	75,8						
$x_5 \leq x_6$	192	91,0						

Tabelle 2.6: Unsicherer Zeithorizont (Produkt-Treatment)

In Tabelle 2.6 (für das Produkt-Treatment) und Tabelle 2.7 (für das Summen-Treatment) ist die Anzahl der Fälle eingetragen, die mindestens die vierte, fünfte oder sechste Periode erreicht haben. Darunter steht die Anzahl der Fälle, welche die aufgelisteten Kriterien erfüllen. Wenn man die strikte Ungleichheit $x_t > x_{t+1}$ durch die Zulassung der Gleichheit $x_t \geq x_{t+1}$ erweitert, steigt die Anzahl der Fälle deutlich an. Von allen Teilnehmern, welche die sechste Periode im Produkt-Treatment erreichen, haben z.B. 35;5% das strikte Kriterium $x_3 > x_4 > x_5 > x_6$ erfüllt, während 71;1% das Kriterium $x_3 \geq x_4 \geq x_5 \geq x_6$ erfüllen. In jedem der verbleibenden 29;9% der Fälle ist das Kriterium mindestens einmal nicht erfüllt. Annähernd 90% aller Fälle erfüllen den Vergleich $x_t \geq x_{t+1}$ in zwei aufeinander folgenden Perioden. Nach normativer Theorie kann das Verhalten bei dem alle Periodenausgaben geglättet werden, allerdings nur als extreme Risikofreude interpretiert werden.

	Fälle	%		Fälle	%		Fälle	%
$T \geq 4$	395	100,0	$T \geq 5$	272	100,0	$T \geq 6$	193	100,0
$x_3 > x_4$	295	74,7	$x_3 > x_4 > x_5$	159	58,5	$x_3 > x_4 > x_5 > x_6$	94	48,7
$x_3 \geq x_4$	365	92,4	$x_3 \geq x_4 \geq x_5$	234	86,0	$x_3 \geq x_4 \geq x_5 \geq x_6$	159	82,4
$T \geq 5$	272	100,0	$T \geq 6$	193	100,0			
$x_4 > x_5$	210	77,2	$x_4 > x_5 > x_6$	133	68,9			
$x_4 \geq x_5$	249	91,5	$x_4 \geq x_5 \geq x_6$	170	88,1			
$T \geq 6$	193	100,0						
$x_5 > x_6$	159	82,4						
$x_5 \geq x_6$	180	93,3						

Tabelle 2.7: Unsicherer Zeithorizont (Summen-Treatment)

Generell sind die Resultate für den unsicheren Zeithorizont für das Summen-Treatment besser als für das Produkt-Treatment. Es sieht so aus, als ob die Struktur des Experiments im Summen-Treatment von den Teilnehmern besser verstanden wird, obwohl darin die kompliziertere Wurzel-Funktion vorkommt.

2.4.6 Vergleich mit der dynamisch angepaßten Lösung

Im folgenden wollen wir den aktuellen Konsum x_t der Teilnehmer mit der dynamisch angepaßten Lösung $x_t^a(S_t)$ vergleichen (siehe Abbildung 2.7). Betrachten wir z.B. die Situation nach der getroffenen Entscheidung x_1 in der ersten Periode des Produkt-Treatments sowie den Ausschluß des grünen Würfels. Von den Teilnehmern ist in 56 von 200 Fällen mehr ausgegeben und in 135 von 200 Fällen weniger ausgegeben worden, als von der individuell angepaßten optimalen Lösung (bei Risikoneutralität) vorhergesagt wird.

Bezüglich der dynamisch angepaßten Lösung beobachten wir z.B. ein deutliches Übersparen in den sicheren Perioden des Summen-Treatments. Im Produkt-Treatment beobachten wir im Gegensatz dazu, ein Übersparen in den unsicheren Perioden bei Anwendung des roten Würfels bzw. des gelben Würfels nach der dritten Periode.

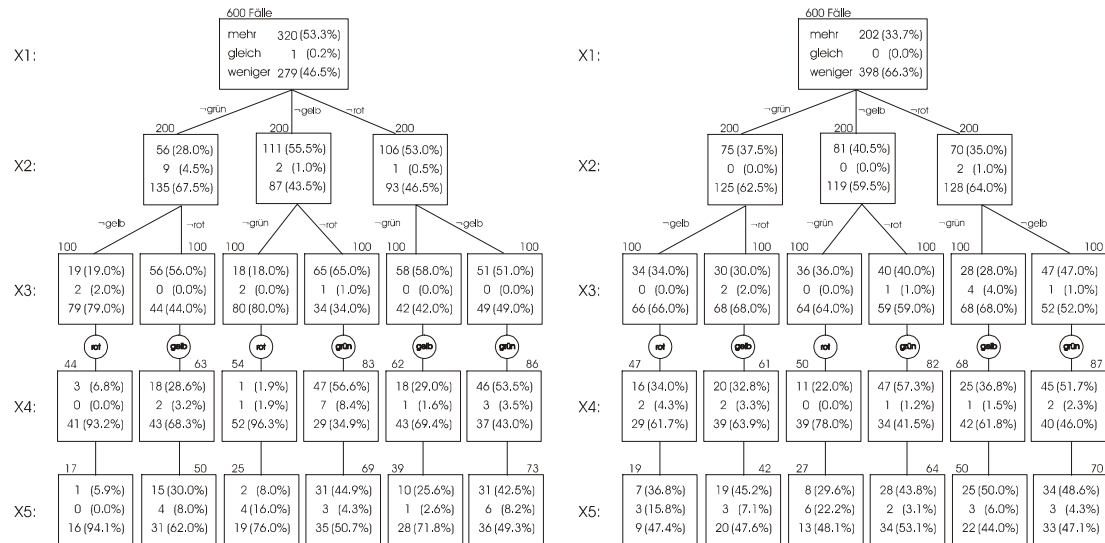


Abbildung 2.7: Über- und Untersparen in Bezug auf die dynamisch angepaßte Lösung (| links – § rechts)

In einigen wenigen Fällen haben die Teilnehmer die dynamisch angepaßte Lösung sogar genau getroffen. Eine genauere Betrachtung dieser Fälle zeigte, daß diese Entscheidungen prominent waren. Daher sind diese Treffer wohl eher als zufällig zu betrachten.

2.4.7 Lernen aus früheren Leben

Wegen der möglichen „Reinkarnation“ stellt sich die Frage, ob die Teilnehmer versuchen, ihr Verhalten über die 12 Leben aufgrund von Erfahrungen aus „früheren Leben“ zu verbessern. Entsprechend der Theorie des „Directional Learning“ (siehe z.B. Selten und Buchta, 1994) versuchen die Menschen ihr Verhalten in die richtige Richtung zu verbessern, wenn diese aus der Sicht einer späteren Analyse besser als vorherige Entscheidungen erscheinen.

Wir bezeichnen mit $T_{i,t}$ die tatsächliche Anzahl von Perioden $t = 1; \dots; T_i$ in der i -ten Runde ($i = 1; 2; \dots; 12$). Falls ein Teilnehmer nun in einer Runde weniger als sechs Perioden erlebt ($T_i < 6$) und nicht sein gesamtes Budget verbraucht hat ($S_{T_i,i} < x_{T_i,i}$), so könnte er später argumentieren, der übrig gebliebene Betrag in der Runde T_i sei verschwendet gewesen. In späteren Runden des Spiels sollte er aufgrund dieser Sichtweise in den Perioden $t = 1$ bis $t = T_i$ mehr ausgeben.¹

Natürlich basiert diese Überlegung auch auf der Sequenz der ausgeschlossenen Würfel. Um dies zu berücksichtigen, begrenzen wir unsere folgende Analyse auf den Vergleich derselben Würfelsequenz. Wir wollen also $T_{i,1}$ ($1 \leq i_1 \leq 6$) aus dem ersten Zyklus mit derselben Würfelsequenz $T_{i,2}$ ($1 \leq i_2 \leq 6$) aus dem zweiten Zyklus vergleichen. In Tabelle 2.8 sind die sechs möglichen Würfelsequenzen dargestellt. Dazu ist in der linken Spalte die Anzahl der Fälle, in denen wir unser Kriterium anwenden können und in der rechten Spalte die Anzahl der Fälle, in denen Teilnehmer ihren Gesamtkonsum bei der

¹ Dieses Argument ist zwiespältig, da ein Teilnehmer je nachdem, ob er optimistisch oder pessimistisch ist, auch das Gegenteil erwarten könnte.

gleichen Würfelsequenz in den Perioden $t = 1$ bis $t = T_{i,1}$, wie vermutet, erhöht haben (x_t^1 und x_t^2 bezeichnen hier die Konsumlevel im ersten bzw. zweiten Zyklus).

Sequenz	Anzahl der Fälle mit $T_1 < 6$ und $T_2 \geq T_1$		Anzahl der Fälle mit $\sum_{t=1}^6 x_t^2 > \sum_{t=1}^6 x_t^1$	
	I-Treatment	S-Treatment	I-Treatment	S-Treatment
: grün, : gelb	33	37	14	17
: gelb, : grün	33	28	21	6
: grün, : rot	27	31	15	12
: rot, : grün	31	25	13	9
: gelb, : rot	18	26	8	12
: rot, : gelb	15	21	6	9

Tabelle 2.8: Lernen beim Gesamtkonsum

Verglichen mit früheren Studien (Selten und Buchta, 1994) sind hier keine überzeugenden Ergebnisse zu finden. Ungefähr die Hälfte der Fälle unterstützen die Theorie des „Directional Learning“. Eventuell muß bei der vorgestellten Überlegung auch berücksichtigt werden, daß ein Teilnehmer in der Regel einige weitere Spiele spielt, bevor er wieder dieselbe Würfelsequenz erreicht. Er macht zwischendurch eine große Anzahl anderer Erfahrungen, was durchaus zu der schwachen Evidenz für Lerneffekte beitragen kann.

Aus diesem Grund fragen wir uns nun, ob die Teilnehmer eventuell in ihrem „jetzigen Leben“ i von ihrem direkt vorangegangenen $i-1$ lernen. Wir wollen uns dabei auf die unwahrscheinlichen Fälle konzentrieren, in denen das „vorherige Leben“ mit dem grünen Würfel nach drei Perioden beendet wird bzw. mit dem roten Würfel nach sechs Perioden. Wir wollen nun die Reaktion in der Entscheidung x_1 beobachten. Nach diesen sehr unwahrscheinlichen Erfahrungen könnte ein Teilnehmer versucht sein, den Konsum in der ersten Periode anzuheben (im Fall von $T_{i-1} = 3$ mit dem grünen Würfel) oder zu senken (im Fall von $T_{i-1} = 6$ mit dem roten Würfel).

	grüner Würfel $T_{i-1} = 3$		roter Würfel $T_{i-1} = 6$	
	I-Treatment	S-Treatment	I-Treatment	S-Treatment
Alle Fälle	29	29	24	16
$x_1^{i-1} > x_1^c$	4	6	5	3
$x_1^{i-1} = x_1^c$	21	15	16	10
$x_1^{i-1} < x_1^c$	4	8	3	3

Tabelle 2.9: Vom „vorherigen Leben“ lernen

In Tabelle 2.9 vergleichen wir, in wie vielen der aufgetretenen Fälle der Wert für x_1 gestiegen ($x_1^{i-1} < x_1^c$) oder gesunken ($x_1^{i-1} > x_1^c$) ist. Es ist zu erkennen, daß auch diese Analyse keine Tendenz in Richtung der Vermutungen zeigt. Weitere Versuche der Überprüfung von Lerneffekten haben nicht zum Erfolg geführt.

2.4.8 Zufalls- und Durchschnittstypen

Bevor das eigentliche Experiment gestartet wurde, konnten die Teilnehmer entscheiden, ob sie nach dem Durchschnitt aller 12 Rundengewinne oder nach dem Gewinn einer zufällig ausgelosten Runde bezahlt werden wollen. Wir wollen diese beiden Typen im folgenden als A-Typen (average – Durchschnittstypen) bzw. R-Typen (random – Zufallstypen) bezeichnen. Im Fall des Produkt-Treatments gab es 16 R-Typen, während es im Summen-Treatment nur 10 Teilnehmer diese Option gewählt haben. Wir betrachten diese Wahl im folgenden auch als Aufdeckung der persönlichen Risikoeinstellung und interpretieren die R-Typen als risikoliegend. Wir wollen untersuchen, ob sich die beiden Typen im weiteren Verlauf des Experiments unterschiedlich verhalten.

Runde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
I – A	2,67	2,81	2,92	2,96	2,76	2,64	2,75	2,67	2,68	3,20	2,75	2,66
I – R	2,53	2,28	2,29	2,30	2,38	2,42	2,23	2,24	2,49	2,26	2,31	2,23
p	;073	;031	;025	;060	;071	;251	;018	;015	;210	;008	;071	;025
S – A	3,37	3,61	3,30	3,45	3,76	3,18	3,59	3,48	3,21	3,06	3,16	3,20
S – R	2,82	2,72	2,92	2,62	2,82	3,22	2,52	3,22	2,22	2,47	2,32	2,42
p	;272	;064	;304	;131	;121	;476	;098	;339	;064	;292	;098	;174

Tabelle 2.10: Mittelwerte von x_1 für beide Typen und Treatments

Als Erstes wollen wir das Verhalten der Teilnehmer bei der Wahl der ersten Konsumentenentscheidung x_1 betrachten. Tabelle 2.10 zeigt die Mittelwerte der Entscheidung x_1 für jede der zwölf Runden und für beide Typen bzw. Treatments. Darüber hinaus zeigt die Tabelle die p-Werte eines einseitigen Mann-Whitney-U Tests ($H_0: \mu_A \geq \mu_R$).²

Für beide Treatments sind die Mittelwerte für x_1 der R-Typen kleiner als die der A-Typen, außer in der sechsten Runde des Summen-Treatments. Nur im Fall des Produkt-Treatments sind diese Unterschiede meist auf dem 10%-Level signifikant (nicht in Runde 6 und 9). Die Entscheidungen x_2 und x_3 legen dagegen keinen starken Unterschied zwischen den Typen nahe. Trotzdem scheinen auch die relativ ausgegebenen Beträge in den sicheren Perioden $\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{11,92}$ typenabhängig zu sein (vgl. Tabelle 2.11).

Sequenz	: gr.,: gel.	: gel.,: gr	: gr.,: rot	: rot.,: gr.	: gel.,: rot	: rot.,: gel.
I; A-Typ	0;75	0;74	0;70	0;67	0;64	0;61
I; R-Typ	0;68	0;67	0;66	0;62	0;60	0;57
S; A-Typ	0;85	0;83	0;79	0;75	0;72	0;70
S; R-Typ	0;73	0;77	0;72	0;69	0;66	0;66

Tabelle 2.11: Mittelwerte von $\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{11,92}$ für beide Typen und alle Sequenzen

²Vielen Dank an Thomas Kötter, der die Resultate überprüft hat.

R-Typen geben im Fall des Produkt-Treatments in den ersten drei Perioden ca. 5% weniger aus als die A-Typen (im Fall des Summen-Treatments ca. 7%). Diese Unterschiede sind allerdings nur für den zweiten Zyklus des Produkt-Treatments signifikant.

Außerdem wollen wir die durchschnittliche Auszahlung, die Standardabweichung und die Effizienz $U_k = U^a / k \cdot f_A / R_g$ betrachten, bei dem U_k die durchschnittliche Auszahlung für $k = A$ und $k = R$ für alle zwölf Runden und U^a die zu erwartete Auszahlung im Fall von optimalem Verhalten bezeichnet. R-Typen waren ein wenig erfolgreicher als die A-Typen (vgl. Tabelle 2.12), auch wenn bei diesen die Standardabweichung größer ist.

	I-Treatment		S-Treatment	
	A-Typ	R-Typ	A-Typ	R-Typ
Durchschnittsauszahlung	27; 14	28; 63	6; 48	6; 56
Standardabweichung	14; 62	17; 52	1; 17	1; 29
Effizienz	0; 77	0; 81	0; 96	0; 97

Tabelle 2.12: Mittelwerte des Profits für beide Typen

2.4.9 Entscheidungszeiten

Eine weitere interessante Beobachtung kann bei den Entscheidungszeiten m_t^i (i Index der Runde, t Index der Periode) gemacht werden, die vom Computer für jede einzelne Entscheidung x_t^i der Teilnehmer gemessen wurden. Um jedesmal die gleiche Anzahl von Entscheidungen zu berücksichtigen, analysieren wir, wie sich die gesamte Entscheidungszeit $m_{1;2;3}^i = m_1^i + m_2^i + m_3^i$ für die Entscheidungen $x_1^i; x_2^i; x_3^i$ von Runde zu Runde verändert. Wir würden erwarten, daß sich die Zeit $m_{1;2;3}^i$, die ein Teilnehmer für eine Runde i braucht, mit der funktionalen Form $m_{1;2;3}^i = \alpha + \frac{\beta}{i}$ für $i = 2; 3; \dots; 12$ beschreiben läßt.³ Eine Regression für beide Treatments führte zu folgenden Resultaten: Für das Produkt-Treatment $\alpha = 52; 9$ und $\beta = 543; 4$ ($r^2 = 0; 976$) sowie für das Summen-Treatment $\alpha = 55; 4$, $\beta = 512; 4$, ($r^2 = 0; 920$). Die mittleren Entscheidungszeiten $m_{1;2;3}^i$ für $x_1; x_2$ und x_3 sowie die Regressionskurven sind in Abbildung 2.8 abgetragen. Diese Resultate sprechen für unsere „Learning by doing“-Hypothese.

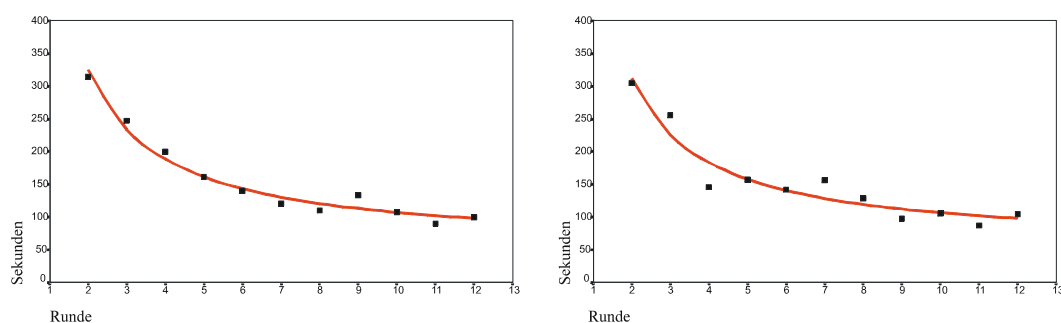


Abbildung 2.8: Regression für die Entscheidungszeiten (I links – S rechts)

³Wenn der erste Entscheidungsbildschirm erscheint, beginnen viele Teilnehmer mit dem erneuten Lesen der Instruktionen, während andere sofort beginnen. Wir haben daher die erste Runde $i = 1$ nicht in die Analyse miteinbezogen.

2.5 Zusammenfassung der ersten experimentellen Analyse

Verglichen mit anderen experimentellen Studien zum dynamischen Entscheidungsverhalten ist der neue Aspekt unseres Designs die komplexere Struktur, in der die Teilnehmer ihre Terminationswahrscheinlichkeiten abhängig von stochastischen Ereignissen aufdatieren müssen. Unser Design erlaubt nicht nur zu fragen, ob Teilnehmer auf ihnen gegebene Informationen in der richtigen Art und Weise reagieren (dies geschieht über die Entscheidungen x_1 ; x_2 und x_3), sondern auch wie sie mit der klassischen Situation einer festen Terminationswahrscheinlichkeit (über die Entscheidungen x_3 ; x_4 ; x_5 und x_6) umgehen. Diese strukturellen Eigenschaften haben wir mit zwei verschiedenen Auszahlungsfunktionen untersucht. Aus den einzelnen Analysen haben wir folgende Ergebnisse erhalten:

- ² Das durchschnittliche Verhalten zeigt ähnliche qualitative Eigenschaften wie die optimale Lösung.
- ² Im Durchschnitt reagieren die Teilnehmer auf gegebene Informationen, teilweise läßt sich dies auch auf individueller Ebene zeigen.
- ² Bei der initialen Konsumententscheidung wird trotz der ökonomisch gleichen Situation viel ausprobiert. Außerdem sind die Entscheidungen stark von der Prominenz der Zahlen beeinflußt.
- ² Auch wenn die optimale Entscheidung leicht zu berechnen ist, liegen die Beobachtungen teilweise weit von der optimalen Lösung entfernt.
- ² Beim unsicheren Zeithorizont gibt es viele Teilnehmer, die trotz der Unsicherheit versuchen, ihren Konsum zu glätten. Die Ergebnisse sind für das Summen-Treatment etwas besser als für das Produkt-Treatment.
- ² Bezüglich der dynamisch angepaßten Lösung beobachten wir ebenfalls unterschiedliches Verhalten von Übersparen für die beiden Treatments.
- ² Die Datenanalysen zeigen nur geringe Anhaltspunkte für qualitatives Lernen, z.B. „Directional Learning“.
- ² R- und A-Typen zeigen verschiedenes Verhalten, insbesondere sind die Mittelwerte für x_1 der R-Typen kleiner als die der A-Typen.
- ² Die Entscheidungszeiten nehmen in späteren Runden deutlich ab.

Zusammengefaßt sind im folgenden noch einmal die wichtigsten Ergebnisse und deren Implikationen für die Modellierung von eingeschränkt rationalen Entscheidungsverhalten aufgeführt.

- ² In wenig komplexen Situationen wird offenbar nicht auf quantitativ spezifizierbare Algorithmen oder Prozeduren zurückgegriffen, sondern man reagiert auf gute oder schlechte Nachrichten oder sucht sich numerisch plausible Anhaltspunkte (Prominenz).
- ² Es sieht nicht danach aus, als wären die Abweichungen von unserem (optimalen und risikoneutralen) „Benchmark“-Verhalten zufällig. In frühen, sicheren Perioden wird unterschätzt, während in späteren Perioden eher überschätzt wird.

- ² Wenn die Teilnehmer mit einer solchen hochstochastischen Umgebung konfrontiert werden, ist es nach geringem Erfolg in der Auszahlung besonders schwierig zu schließen, ob dieses auf schlechte Entscheidungen oder auf Pech zurückzuführen ist.

Nach diesen ersten Ergebnissen zeigt sich, daß eine Theorie zum intertemporalen Entscheidungsverhalten in komplexen Situationen mehrere Herausforderungen annehmen muß:

- ² Intertemporales Entscheidungsverhalten scheint sehr stark pfadabhängig zu sein, d.h. früheres Verhalten ist normalerweise ein guter Indikator für späteres Verhalten.
- ² Das Durchschnittsverhalten zeigt ähnliche Effekte wie das „Benchmark“-Verhalten.
- ² Strukturelle Aspekte, wie z.B. der Unterschied zwischen U_I und U_S , individuelle Einstellungen (A- oder R-Typ) und frühere individuelle Erfahrungen zeigen Möglichkeiten auf, einige Unterschiede im beobachteten Verhalten zu erklären.

Generell eröffnet diese erste experimentelle Analyse ein weites Feld von Forschungsfragen, die möglicherweise durch weitere Experimente eingegrenzt werden können. Eine Möglichkeit die vorhandenen Daten tiefergehend zu analysieren ist, vergangene Erfahrungen stärker in die Analyse miteinzubeziehen. Ein Teilnehmer, der viel für die Zukunft aufgehoben hat, dann aber früh stirbt, wird in Zukunft möglicherweise weniger sparen. Dementsprechend wird jemand, der überraschend lange lebt, in Zukunft mehr sparen. Leider zeigen unsere Daten nur wenig Evidenz für solche Lerntheorien. Mit Felddaten würde eine solche Analyse allerdings nahezu unmöglich. Daher sind unserer Meinung nach weitere experimentelle Studien notwendig, um solche grundlegenden Aspekte intertemporalen Entscheidungsverhaltens zu klären.

Kapitel 3

Entscheidungen bei reduzierter Unsicherheit

–Zweite experimentelle Analyse–

3.1 Einleitung

Diese zweite experimentelle Analyse ist als Folgestudie zum ersten Experiment durchgeführt worden. Die Idee dazu ist entstanden, nachdem die Daten im ersten Experiment in vielerlei Hinsicht schwer zu analysieren waren. So war es nicht einfach, verschiedene nicht vorhandene Fähigkeiten bzw. Motivationen der Versuchspersonen von der optimalen Lösung abzuweichen, voneinander zu trennen:

- ² Verschiedene Risikoeinstellungen
- ² Auszahlungsfunktion konnte nicht maximiert werden
- ² Struktur der Auszahlungsfunktion wurde nicht verstanden
- ² Rückwärtsinduktion wurde nicht angewendet
- ² Verschiedene Strategien und Heuristiken wurden ausprobiert
- ² Lernen über Wahrscheinlichkeiten in verschiedene Richtungen
- ² Verwenden von prominenten Zahlen
- ² Verwechslung von Wahrscheinlichkeiten oder Würfelfarben
- ² Mißverständnisse beim Verständnis des ganzen Experiments oder spezieller Aspekte, die allerdings mit zunehmender Erfahrung an Bedeutung verlieren sollten.

Mit diesem neuen Experiment sollte einerseits versucht werden, die Komplexität des Modells so einzuschränken, daß verschiedene dieser Aspekte besser voneinander unterschieden werden können. Auf diese Weise soll versucht werden, dem Verständnis von Denk- und Entscheidungsprozessen bei dieser Art von Problemen einen Schritt näher zu kommen. Andererseits sollte möglichst viel des ersten Experiment-Designs erhalten bleiben, um die Ergebnisse mit denen des ersten Experiments vergleichen zu können.

Diese beiden Vorgaben sollen in diesem zweiten Experiment dadurch erreicht werden, daß lediglich der unsichere Zeithorizont nach Bekanntgabe ersten Informationen durch einen deterministischen Zeithorizont ersetzt wird. Im Gegensatz zum ersten Experiment lernen die Teilnehmer hier also nicht ihre tatsächliche Terminationswahrscheinlichkeit, sondern ihre tatsächliche „Sterbeperiode“. Die gleiche Informationsstruktur in den ersten beiden Perioden erfordert aber nach wie vor „Dynamisches Programmieren“ bzw. „Bayesianische Ausdatieren“. Nach der zweiten Periode sehen sich die Teilnehmer nun einem deterministischen Zeithorizont gegenüber. Wenn ein Teilnehmer die Struktur der Auszahlungsfunktion verstanden hat, so sollte er den vorhandenen Restbetrages über die verbleibenden Perioden gleich aufteilen. In dieser deterministischen Situation sollte Risikoaversion keine Rolle mehr spielen. Die Standardabweichung der möglichen Gewinne ist in dieser vereinfachten Umgebung ebenfalls wesentlich geringer als beim Ausgangsexperiment.

3.2 Experimentdesign

In diesem Experiment ist die Länge des Lebens T eine stochastische Variable mit $T \geq N$, bei dem die Teilnehmer einen gegebenen Betrag S im Sinne eines Konsumplans $X = (x_1; \dots; x_T)$ mit $x_t \geq 0$ und $x_1 + \dots + x_T = S$ auf verschiedene Perioden verteilen müssen, indem sie ihre intertemporale Nutzenfunktion $u(x_1; \dots; x_T)$ maximieren. Die drei verschiedenen Werte für T werden durch drei verschiedenfarbige Würfel repräsentiert, nämlich $T = 4$ Perioden durch den roten Würfel, $T = 5$ Perioden durch den gelben Würfel und $T = 6$ Perioden durch den grünen Würfel. Genaugenommen ist in diesem Experiment die Repräsentation durch die Würfel, wegen der fehlenden Zufallszüge am Ende, nicht mehr notwendig. Aus Gründen der Vergleichbarkeit mit dem ersten Experiment wurde dies aber beibehalten.

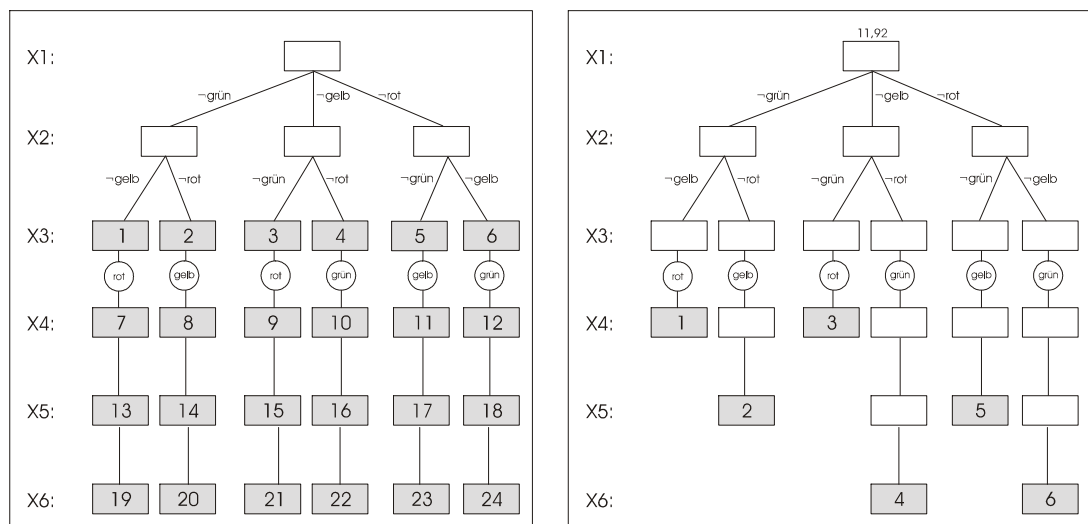


Abbildung 3.1: Reduzierter Problemraum
(links: erstes Experiment, rechts: zweites Experiment)

In dem ersten Experiment wußten die Teilnehmer am Anfang nicht, wieviele Perioden sie erleben werden, auch wenn der anzuwendende Würfel bereits feststand. In jeder der sechs Sequenzen von Würfelausschlüssen lag die mögliche Anzahl von Perioden für T zwischen $3 \cdot T \cdot 6$. Das neue Merkmal dieses Experiments ist, daß ein Würfel nur noch die Anzahl der Perioden T repräsentiert, d.h. die Komplexität des Problems wird von 24 auf 6 mögliche Situationen deutlich reduziert. **Abbildung 3.1** zeigt die möglichen Experimentausgänge der beiden Experimente in nummerierten, grau unterlegten Rechtecken.

Wenn die Teilnehmer über den Wert für den Konsum x_1 entscheiden müssen, sind alle drei Würfel (alle drei möglichen Werte für T) gleich wahrscheinlich. Nach der Entscheidung x_1 wird nun einer der drei Würfel ausgeschlossen und die Teilnehmer wissen, welcher der drei Würfel für die Bestimmung der Lebenslänge nicht in Frage kommt. Nachdem die Teilnehmer über den Wert x_2 entschieden haben, wird ein weiterer Würfel ausgeschlossen und sie wissen nun welcher Würfel zur Anwendung kommt (also wissen sie auch, aus genau wievielen Perioden T ihr „Leben“ besteht). Wir haben auch dieses Experiment wiederum mit den folgenden zwei verschiedenen Auszahlungsfunktionen durchgeführt:

$$U_i = \prod_{t=1}^T x_t = x_1 \cdot x_2 \cdot \dots \cdot x_t \text{ (Produkt-Treatment)}$$

und

$$U_S = \sum_{t=1}^T p_{x_t} = p_{x_1} + p_{x_2} + \dots + p_{x_t} \text{ (Summen-Treatment).}$$

Das Experiment wurde ebenfalls in einer computerisierten Version mit 50 Teilnehmern für jedes Treatment durchgeführt. Die Teilnehmer haben zwei Seiten mit Instruktionen bekommen (siehe Anhang B). Sie sollten wieder 12 Runden hintereinander spielen, wobei sie wiederum alle sechs möglichen Sequenzen von Würfelausschlüssen in zufälliger Reihenfolge je zweimal (Runde 1–6 werden daher als erster Zyklus und Runde 7–12 als zweiter Zyklus bezeichnet) durchlaufen haben. Die Teilnehmer mußten in diesem Experiment auch über die letzte Periode entscheiden, also im Gegensatz zum ersten Experiment auch für die 6. Periode.

In den Instruktionen wurde darüber hinaus der festgelegte Wechselkurs von 1 ECU = 0,50 DM im Produkt-Treatment und 1 ECU = 4 DM im Summen-Treatment bekanntgegeben. Am Anfang jeder Runde wird der zur Verfügung stehende Betrag $S_1 = 11,92$ ECU bekannt gegeben. Vor dem eigentlichen Experiment wurden die Teilnehmer wieder nach einigen persönlichen Attributen wie Alter, Geschlecht und Studienfach befragt. Außerdem wurden sie auch hier wieder aufgefordert, den 16PA-Persönlichkeitsfragebogen (Brandstätter, 1988) auszufüllen. Direkt vor den 12 Runden wurden Sie auch wieder gefragt, ob sie nach einer zufällig ausgelosten Runde oder nach dem Durchschnitt aller 12 Runden bezahlt werden wollen. Nach dem Experiment haben die Teilnehmer noch einen Situationsfragebogen (ebenfalls nach Brandstätter) und einige Fragen zum Experiment beantwortet. Ohne eine Zeitrestriktion haben die Teilnehmer für das gesamte Experiment ca. 1,5 Stunden gebraucht. Am Computer waren außerdem einige Hilfsmittel verfügbar: ein Taschenrechner, die Instruktionen und ein Historienfenster, in dem die vergangenen Entscheidungen und Würfelausschlüsse aus den letzten Runden abrufbar waren.

3.3 Optimale Konsumententscheidung

Betrachten wir den Fall, in dem die Entscheidungen im Summen-Treatment nach U_S berechnet werden. Wenn die Länge des Lebens $T \in \{4, 5, 6\}$ am Anfang bekannt wäre und S_t den verbleibenden Betrag in Periode t bezeichnet, wäre der optimale Konsum offensichtlich:

$$x_t^* = \frac{S_t}{T} \text{ für } T = 1, \dots, T. \text{ (dies gilt auch für } U_i \text{)}$$

Das Problem wird allerdings sehr schnell schwieriger, wenn T am Anfang eine stochastische Variable ist und man sukzessive mehr Informationen darüber erhält. Wenn man wegen des Vorhandenseins dieser Informationsstruktur die „Dynamische Programmierung“ anwendet, kann man mit einem gegebenen Betrag $S_2 (> 0)$ beginnen, da der Konsum für die verbleibenden Perioden $t > 2$ offensichtlich $x_t^* = S_2 / (T - 2)$ ist. Unter Annahme von Risikoneutralität berechnen wir dann den optimalen Konsum für gegebenes $S_2 (> 0)$, abhängig von dem ersten ausgeschlossenen Würfel, folgendermaßen:

Für : grün

$$u(x_{2g}) = p_{x_1} + p_{x_{2g}} + \frac{1}{2} \left(\frac{S_2 - x_{2g}}{2} \right)^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{S_2 - x_{2g}}{3} \right)^3,$$

für : gelb

$$u(x_{2y}) = p_{x_1} + p_{x_{2y}} + \frac{1}{2} \left(\frac{S_2 - x_{2y}}{2} \right)^2 + \frac{1}{4} \left(\frac{S_2 - x_{2y}}{4} \right)^4,$$

und für : rot

$$u(x_{2r}) = p_{x_1} + p_{x_{2r}} + \frac{1}{2} \left(\frac{S_2 - x_{2r}}{3} \right)^3 + \frac{1}{4} \left(\frac{S_2 - x_{2r}}{4} \right)^4.$$

Nach Berechnung von x_{2g}^* , x_{2y}^* und x_{2r}^* mit

$$\frac{\partial u(x_2)}{\partial x_2} = 0 \text{ für } x_2 = x_2^{* \text{grün}}, x_2^{* \text{gelb}} \text{ und } x_2^{* \text{rot}}$$

erhält man das optimale x_1^* aus dem Maximum der folgenden Funktion:

$$u(x_1) = p_{x_1} + \frac{1}{3} p_{x_{2g}} + \frac{1}{2} \left(\frac{S_1 - x_1 - x_{2g}}{2} \right)^2 + \frac{1}{3} \left(\frac{S_1 - x_1 - x_{2g}}{3} \right)^3 + \frac{1}{3} p_{x_{2y}} + \frac{1}{2} \left(\frac{S_1 - x_1 - x_{2y}}{2} \right)^2 + \frac{1}{4} \left(\frac{S_1 - x_1 - x_{2y}}{4} \right)^4 + \frac{1}{3} p_{x_{2r}} + \frac{1}{2} \left(\frac{S_1 - x_1 - x_{2r}}{3} \right)^3 + \frac{1}{4} \left(\frac{S_1 - x_1 - x_{2r}}{4} \right)^4.$$

Nach einigen Berechnungen erhalten wir folgende Ergebnisse:

$$\begin{aligned}x_1^a &= 0; 2022 \in S_1, \\x_{2g}^a &= 0; 2878 \in S_2, \\x_{2y}^a &= 0; 2555 \in S_2, \\x_{2r}^a &= 0; 2231 \in S_2.\end{aligned}$$

Für das Produkt-Treatment kann man analog verfahren. Für : grün

$$u(x_{2g}) = \frac{1}{2}x_1x_{2g} \frac{\tilde{\mu}_{S_2} x_{2g}}{2} + \frac{\mu_{S_2} x_{2g}}{3},$$

für : gelb

$$u(x_2) = \frac{1}{2}x_1x_{2y} \frac{\tilde{\mu}_{S_2} x_{2y}}{2} + \frac{\mu_{S_2} x_{2y}}{4},$$

und für : rot

$$u(x_2) = \frac{1}{2}x_1x_{2r} \frac{\tilde{\mu}_{S_2} x_{2r}}{3} + \frac{\mu_{S_2} x_{2r}}{4}.$$

Nach der Berechnung von x_{2g}^a , x_{2y}^a und x_{2r}^a mit

$$\frac{\partial u(x_2)}{\partial x_2} = 0 \text{ für } x_2 = x_2^{\text{grün}}; x_2^{\text{gelb}} \text{ und } x_2^{\text{rot}}$$

kann man das optimale x_1^a wieder durch Maximierung von

$$u(x_1) = \frac{1}{6}x_1 \left(x_{2g} \frac{\tilde{\mu}_{S_1} x_1 x_{2g}^a}{2} + \frac{\mu_{S_1} x_1 x_{2g}^a}{3} + x_{2y} \frac{\tilde{\mu}_{S_1} x_1 x_{2y}^a}{2} + \frac{\mu_{S_1} x_1 x_{2y}^a}{4} + x_{2r} \frac{\tilde{\mu}_{S_1} x_1 x_{2r}^a}{3} + \frac{\mu_{S_1} x_1 x_{2r}^a}{4} \right)$$

erhalten. Was für das Summen-Treatment noch einfach zu berechnen war, wird im Produkt-Treatment schon wieder komplexer. Daher wurden die optimalen Werte für das Produkt-Treatment teilweise wieder durch eine numerische Simulation ermittelt. In Abbildung 3.2 sind die optimalen Konsumpfade für beide Treatments zu sehen.

	Produkt	Summe
Erwartungswert ¹	69; 72	7; 93
Standardabweichung ^{3/4}	8; 97	0; 62

Tabelle 3.1: Optimales Konsumverhalten – Erwartungswert und Standardabweichung

Der Erwartungswert ¹ und die Standardabweichung ^{3/4} für das optimale Konsumverhalten (wie in Abbildung 3.2 beschrieben) für beide Treatments werden in Tabelle 3.1 gezeigt.

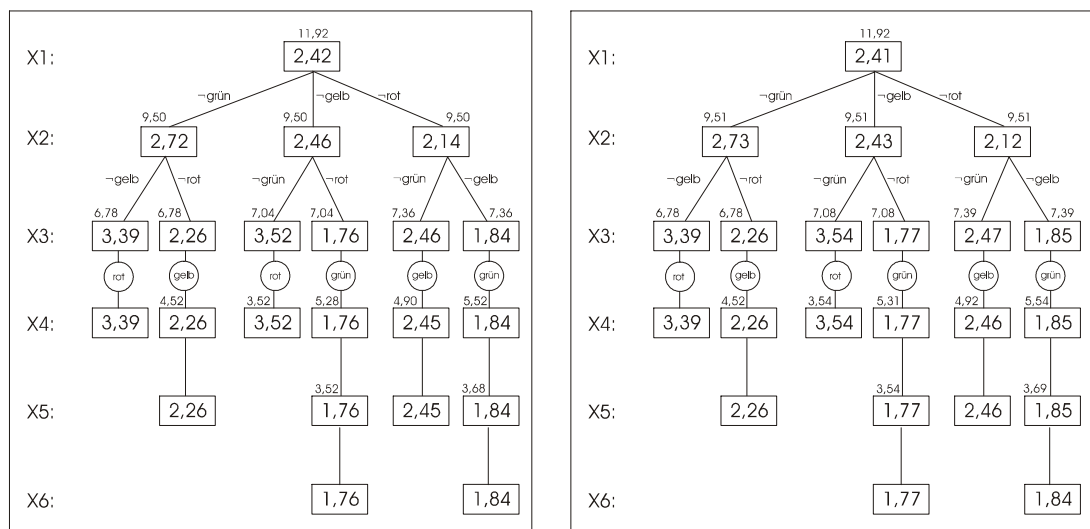


Abbildung 3.2: Optimales Konsumverhalten (| links – § rechts)

3.4 Experimentergebnisse

Um einen ersten Eindruck der Ergebnisse zu geben, zeigt Abbildung 3.3 die Mittelwerte, Minimum, Maximum und Varianz für alle einzelnen Entscheidungen des Experiments. Die Linie über oder unter den Rechtecken zeigen an, ob der beobachtete Mittelwert über oder unter dem optimalen Wert liegt.

Der Ausschluß eines Würfels nach den Entscheidungen x_1 und x_2 stellt für die Teilnehmer eine neue Information dar. Nach der Entscheidung x_1 sollte z.B. (da die Lebenserwartung kleiner geworden ist) der ausgegebene Betrag x_2 höher sein, wenn der grüne Würfel ausgeschlossen wurde, als wenn der gelbe ausgeschlossen wurde; und dieser wiederum höher; als wenn der rote ausgeschlossen wurde. Es sollte also $x_{2j}: \text{grün} > x_{2j}: \text{gelb} > x_{2j}: \text{rot}$ gelten. Auf der nächsten Stufe für die Entscheidung x_3 , sollten für die jeweils zwei verbleibenden Pfade die gleichen qualitativen Relationen gelten. Wie wir in Abbildung 3.3 sehen; verhalten sich alle Mittelwerte entsprechend dieser Relationen. Außerdem läßt sich aus der Abbildung erkennen, daß die Varianz für alle beobachteten Entscheidungen für das Summen-Treatment konsistent höher ist als für das Produkt-Treatment.

Der Mittelwert der x_1 -Entscheidungen liegt im Produkt-Treatment über dem optimalen Wert, während er im Summen-Treatment darunter liegt. Für alle x_2 -Entscheidungen liegen die Werte dagegen unter den optimalen Werten. Obwohl die optimalen Werte von x_3 bis x_T ($T = 4; 5; 6$) gleich sein sollten, differieren die beobachteten Werte um bis zu 0,20 ECU (siehe : gelb, : grün im Summen-Treatment). Dies ist ein erster Hinweis, daß nicht alle Teilnehmer die Implikationen der Struktur der Auszahlungsfunktionen, nämlich die notwendige Konsumglättung, vollständig verstanden haben.

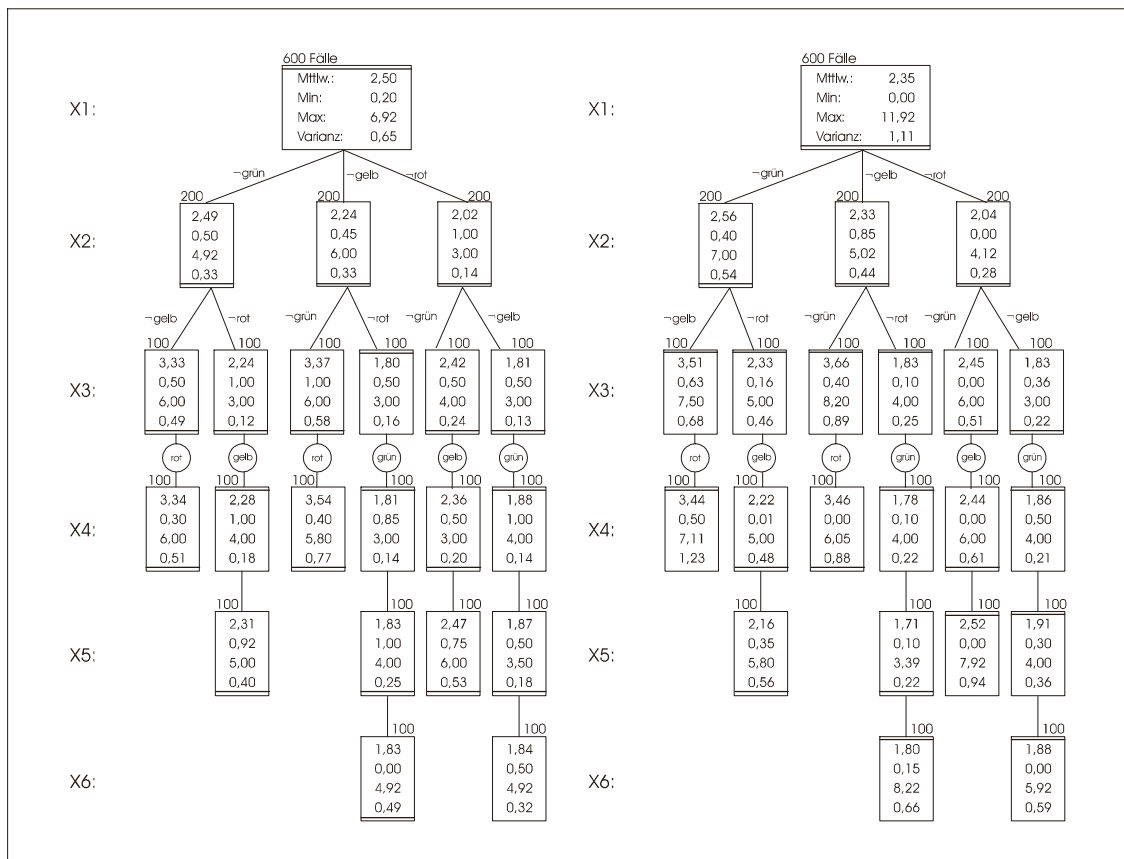


Abbildung 3.3: Beobachtete Entscheidungen (links – rechts)

3.4.1 Entscheidung in der letzten Periode

Wenn man die Auszahlungsfunktionen des Produkt- und des Summen-Treatments betrachtet, ist es als trivial anzusehen, daß ein Teilnehmer seinen gesamten initialen Betrag S_1 über die Perioden verteilen sollte, wenn er während des Experiments seine exakte

Lebenserwartung erfährt, d.h. $\mathbb{P} \sum_{t=1}^T x_t = S_1$. Falls sich ein Teilnehmer also in der letzten

Periode T befindet, sollte er den gesamten Betrag S_T ausgeben, da der Restbetrag $S_T - x_T$ verloren ist. Trotzdem passiert es in mehr als 5% der Fälle im Summen-Treatment und in 7% der Fälle im Produkt-Treatment, daß nicht der gesamte Betrag ausgegeben wird. Die Anzahl dieser Fehler scheint allerdings mit höherer Anzahl von Perioden abzunehmen. Außerdem nimmt die Anzahl der Fehler auch mit Erfahrung, d.h. vom ersten zum zweiten Zyklus, in allen Fällen leicht ab (vgl. Tabelle 3.2).

$\prod_{t=1}^T x_t < S$	Produkt			Summe		
	1. Zyklus	2. Zyklus	Gesamt	1. Zyklus	2. Zyklus	Gesamt
4 Perioden	11=100	7=100	18=200	9=100	2=100	11=200
5 Perioden	11=100	6=100	17=200	6=100	5=100	11=200
6 Perioden	5=100	2=100	7=200	5=100	4=100	9=200
Alle Fälle	27=300	15=300	42=600	20=300	11=300	31=600

Tabelle 3.2: Anzahl der Fälle in denen nicht alles ausgegeben wurde

Nichtsdestotrotz haben die meisten Teilnehmer nach unserem Eindruck verstanden, daß sie ihren gesamten Anfangsbetrag S im Laufe des Experiments in den einzelnen Perioden ausgeben sollten. Da die Anzahl der Fehler mit der Periodenanzahl abnimmt, ist eine Erklärung für dieses Phänomen, daß einige Teilnehmer manchmal die Zuordnung der Würfel zu der Anzahl der Perioden verwechselt haben. Dies sollte allerdings dazu führen, daß sie den Betrag spätestens bis zur sechsten Periode ausgegeben haben. Es scheint darüber hinaus in einem solchen komplexen und lang andauernden Experiment bei den Versuchspersonen manchmal an Aufmerksamkeit zu fehlen.

Dieses Verhalten konnte in der ersten Studie nicht analysiert werden, da in diesem Experiment der verbleibende Betrag in der sechsten Periode S_6 vom Computer automatisch als Konsum in der sechsten Periode x_6 gesetzt wurde. In früheren Perioden war es dort meist rational, etwas für mögliche Folgeperioden zu sparen, so daß diese Analyse erst in diesem Experiment möglich wird.

3.4.2 Durchschnittsgewinne und $E\Phi$ izienz

Die Durchschnittsgewinne und die $E\Phi$ izienz bezüglich der optimalen Lösung ($U=U^*$) für alle 600 Fälle (50 Teilnehmer \times 12 Runden) werden in Tabelle 3.3 getrennt nach Zyklen dargestellt.

	Durchschnitt U_i	Durchschnitt U_S	$E\Phi$ izienz U_i	$E\Phi$ izienz U_S
Zyklus 1	59; 80 ECU	7; 50 ECU	; 858	; 946
Zyklus 2	61; 43 ECU	7; 54 ECU	; 881	; 951
Alle Fälle	60; 62 ECU	7; 52 ECU	; 869	; 948

Tabelle 3.3: Durchschnittsgewinne und $E\Phi$ izienz

Die $E\Phi$ izienz im Summen-Treatment ist konsistent höher als im Produkt-Treatment, was offensichtlich an der flacheren Auszahlungsfunktion liegt. Abbildung 3.4 zeigt für beide Treatments wie sich eine Abweichung vom optimalen Wert x_1^* auf die maximal erzielbare Erwartungsauszahlung auswirkt. Wenn ein Teilnehmer z.B. im Produkt-Treatment einen Wert von $x_1 = 4; 00$ ECU wählt, sinkt die erwartete Auszahlung auf 28; 54 DM (81; 9% der maximalen Auszahlungserwartung), während der im Summen-Treatment lediglich auf 30; 36 DM (95; 7% der maximalen Auszahlungserwartung) sinkt.

Für beide Treatments steigt die Effizienz von ersten Zyklus zum zweiten Zyklus leicht an, was als geringes Zeichen für Lernen interpretiert werden kann, auch wenn diese Unterschiede statistisch nicht signifikant sind.

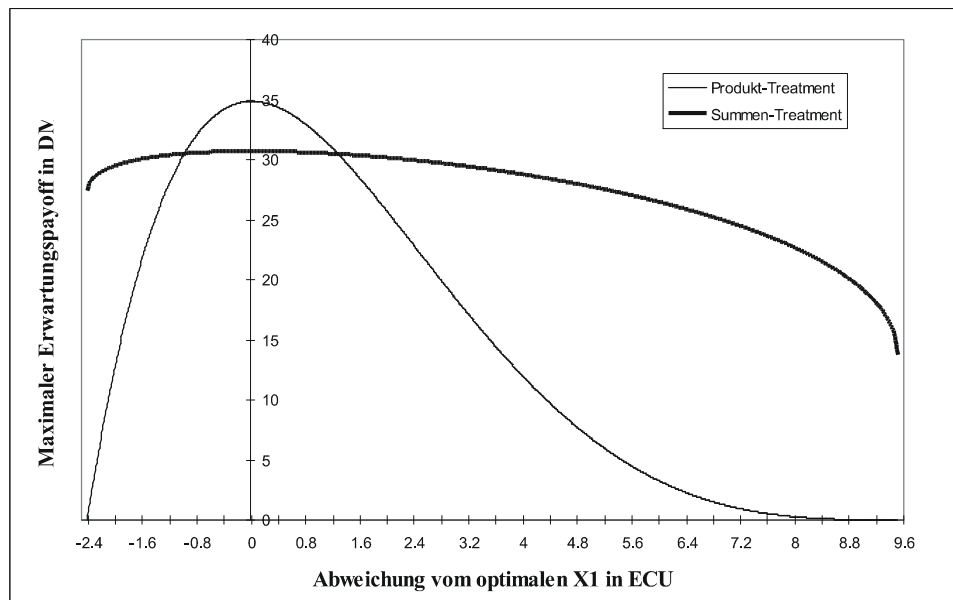


Abbildung 3.4: Erwartete Auszahlung bei Abweichungen vom optimalen x_1^*

3.4.3 Initiale Konsumententscheidung

Eine der interessantesten Analysen dieser Experimentserie ist die der initialen Konsumententscheidung x_1 , da nur diese Entscheidung für jeden Teilnehmer und in jeder der zwölf Runden dieselbe ist. Diese Entscheidung ist nicht von stochastischen Ereignissen oder vergangenen Entscheidungen abhängig und kann daher sehr einfach verglichen werden.

Obwohl die Entscheidungsvariable x_1 , normativ gesehen, nicht variiert werden sollte, beobachtet man eine große Vielzahl von verschiedenen x_1 -Werten, auch bei einzelnen Teilnehmern. Generell wurden mehr verschiedene x_1 -Werte im Summen-Treatment (96 verschiedene Werte) als im Produkt-Treatment (58 verschiedene Werte) beobachtet. Die Häufigkeiten für alle Werte sind im Balkendiagramm von Abbildung 3.5 dargestellt.

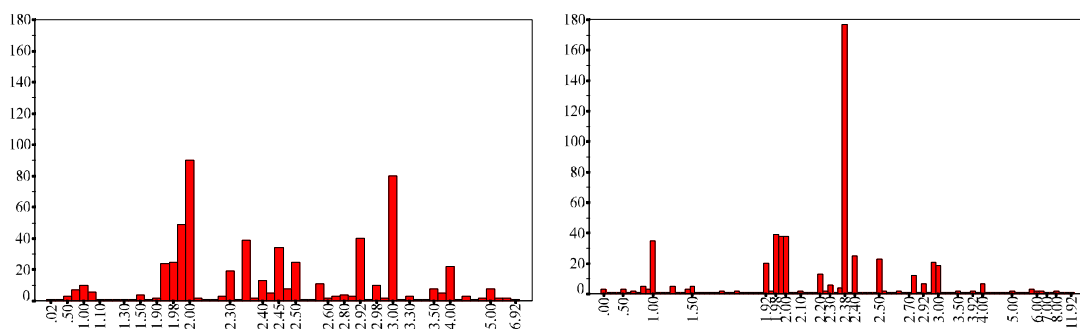


Abbildung 3.5: Häufigkeiten der x_1 -Werte (\prod links – Σ rechts)

Ein Teilnehmer sollte in jeder der zwölf Runden denselben Betrag x_1 einsetzen. **Abbildung 3.6** zeigt wieviele Teilnehmer jeweils wieviele verschiedene x_1 -Werte im ersten Zyklus (graue Balken) bzw. im zweiten Zyklus (weiße Balken) gewählt haben. Es gibt viele Teilnehmer, die mit mehreren verschiedenen Werten experimentieren. Auch mit Erfahrung (nach der sechsten Runde) experimentieren viele Teilnehmer weiterhin, obwohl 19 Teilnehmer im Produkt-Treatment und 20 im Summen-Treatment dann „ihren“ x_1 -Wert gefunden haben, d.h. sie konsumieren stets denselben Betrag x_1 .

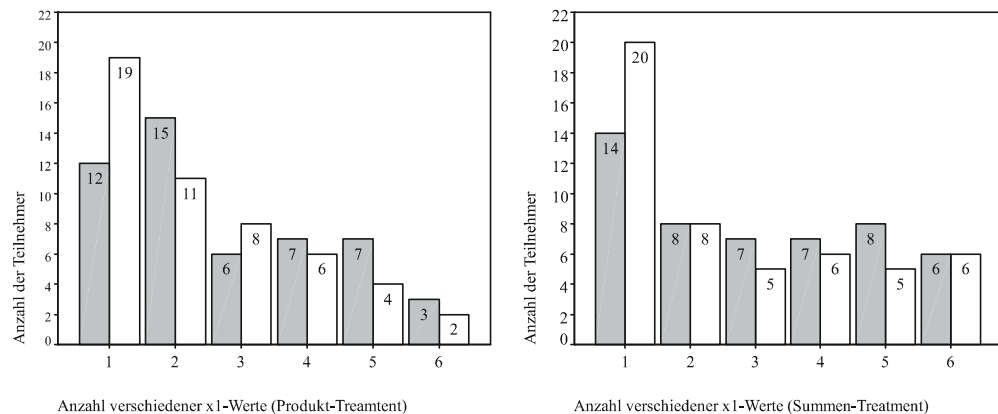


Abbildung 3.6: Anzahl verschiedener x_1 -Werte (I links – S rechts)

Im folgenden wollen die prominenten x_1 -Werte der ersten beiden Experimente vergleichen. Die am häufigsten verwendeten x_1 -Werte für beide Treatments dieses Experiments sowie für das erste Experiment werden in Tabelle 3.4 den optimalen Werten gegenübergestellt. Insgesamt wurde in jedem Treatment 600 mal über den Wert x_1 entschieden.

Wert	1. Exp./Produkt	1. Exp./Summe	2. Exp./Produkt	2. Exp./Summe
1; 92	49	11	24	20
1; 99	1	11	49	38
2; 00	144	81	90	38
2; 38	5	0	39	177
2; 50	51	48	25	23
3; 00	80	111	80	19
Optimal	2; 49	3; 11	2; 42	2; 41

Tabelle 3.4: Vergleich der x_1 -Werte

Im ersten Experiment war der am häufigsten gewählte x_1 -Wert 2;00 ECU für das Produkt-Treatment und 3;00 ECU für das Summen-Treatment. Im Produkt-Treatment dieses Experiments war der am häufigsten gewählte Wert 2;00 ECU. Im Summen-Treatment war der am häufigsten gewählte Wert 2;38 ECU (177 von 600 Fälle). Dieser überraschende Wert läßt sich dadurch erklären, daß $2;38 = \frac{11;92}{5}$, wobei die a priori Lebenserwartung gleich „5“ ist. Weiterhin ist 2;38 sehr nahe an der optimalen Lösung (2;41

ECU). Die Tatsache, daß dieser Wert nur im Summen-Treatment außerordentlich häufig auftritt, ist sehr überraschend, da diese Überlegung im Produkt-Treatment genauso möglich ist, wo dieser Wert allerdings nur in 39 Fällen beobachtet wurde. Wenn man sich diese Wahl auf individuellem Level anschaut, stellt man fest, daß 10 der 12 Personen, die sich auf einen x_1 -Wert über alle zwölf Runden festgelegt haben, genau diesen Wert (2; 38) gewählt haben. Wann immer ein Teilnehmer am Anfang auf die Idee gekommen ist, den initialen Betrag durch „5“ zu teilen, so war er offensichtlich sehr von seiner Wahl überzeugt. Insgesamt entfällt rund die Hälfte aller Daten in jedem der vier Treatments auf die sechs am häufigsten gewählten Werte (1; 92=1; 99=2; 00=2; 38=2; 50=3; 00).

3.4.4 Reaktion auf Information

Ein wichtiges Ergebnis des ersten Experiments war, daß die Teilnehmer im Durchschnitt qualitativ richtig auf die gegebenen Informationen der Terminationswahrscheinlichkeit reagiert haben. Da die Informationsstruktur in diesem Experiment die gleiche ist, können wir feststellen, ob die Ergebnisse des ersten Experiments hier bestätigt werden.

Im folgenden haben wir die sechs möglichen Sequenzen von initialen Zufallszügen wieder von $k = 1$ bis $k = 6$ geordnet. Genauso wie im ersten Experiment zeigt Tabelle 3.5 den relativen Betrag des Konsums in den ersten drei Perioden $^1_k = \frac{x_1^k + x_2^k + x_3^k}{11,92}$ (die dazugehörigen optimalen Werte sind dahinter in Klammern zu finden).

Sequenz	1. Würfelausschluß	2. Würfelausschluß	I-Treatment	S-Treatment
1	: grün	: gelb	; 70 (; 72)	; 70 (; 72)
2	: gelb	: grün	; 69 (; 70)	; 70 (; 70)
3	: grün	: rot	; 60 (; 62)	; 62 (; 62)
4	: rot	: grün	; 58 (; 59)	; 57 (; 59)
5	: gelb	: rot	; 54 (; 56)	; 55 (; 55)
6	: rot	: gelb	; 53 (; 54)	; 52 (; 54)

Tabelle 3.5: Geordnete Sequenzen (optimale Werte 1_k in Klammern)

In beiden Treatments sind die beobachteten Mittelwerte in derselben Reihenfolge wie die optimalen Werte geordnet. Dies ist um so erstaunlicher, als daß die optimalen Werte sehr nahe beieinander liegen. Das Durchschnittsverhalten reagiert also sehr sensitiv auf Änderungen in der Lebenserwartung, was die Resultate aus dem ersten Experiment zu bestätigen scheint. Die beobachteten 1_k -Werte sind sogar näher an den optimalen Werten als im ersten Experiment, was wahrscheinlich auf den geringeren Komplexitätsgrad dieses zweiten Experiments zurückzuführen ist.

Analog zu der Analyse im ersten Experiment teilen wir nun die Werte 1_k in zwei Gruppen und trennen diese nach den Runden um unabhängige Daten zu erhalten, vgl. Tabelle 3.6. In Gruppe 1 fassen wir die Sequenzen 1,2 und 3 zusammen sowie in Gruppe 2 alle anderen Sequenzen. Wir erhalten so eine Gruppe mit „schlechten“ und eine mit „guten Nachrichten“. Wendet man nun den Mann-Whitney-U Test auf die einzelnen Runden an, erhält man meistens signifikante Unterschiede zwischen beiden Gruppen.

Runde	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Q, Gruppe 1	,67	,66	,66	,65	,66	,67	,64	,66	,69	,66	,66	,70
P, Gruppe 2	,57	,54	,57	,54	,52	,53	,56	,53	,55	,58	,57	,56
P, Gruppe 1	,66	,70	,66	,69	,68	,65	,69	,67	,66	,68	,66	,66
Q, Gruppe 2	,56	,55	,58	,52	,55	,55	,56	,56	,50	,56	,52	,54

Tabelle 3.6: Mittelwerte von initialen Konsumanteile geteilt in zwei Gruppen

Ebenfalls wie in der ersten Studie wollen wir nun die x_2 -Entscheidung näher betrachten. Die Frage ist, ob die Reaktion auf die Information auch auf individueller Ebene zu beobachten ist. Um dies zu analysieren, vergleichen wir den Durchschnittskonsum $\frac{x_2}{S_2}$ für jeden Teilnehmer getrennt nach dem ersten ausgeschlossenen Würfel. Selbst wenn die x_1 -Entscheidung nicht optimal war, sollte die x_2 -Entscheidung zumindest einer beschränkt rationalen Bedingung genügen. Wenn man eine Reaktion auf den Würfelausschluß feststellen will, sollte sich der Durchschnittskonsum nach dem ersten ausgeschlossenen Würfel folgendermaßen ordnen lassen:

$$\mu_{\frac{x_2}{S_2}j: \text{grün}} > \mu_{\frac{x_2}{S_2}j: \text{gelb}} > \mu_{\frac{x_2}{S_2}j: \text{rot}}$$

Tabelle 3.7 zeigt, wieviele Teilnehmer jeweils das gezeigte Kriterium erfüllen („+“ heißt das Kriterium ist erfüllt, „0“ sagt die Information hat keinen Einfluß auf die Entscheidung und „i“ zeigt an, daß die entgegengesetzte Bedingung erfüllt ist).

$\frac{x_2}{S_2}j: \text{grün}$	$\frac{x_2}{S_2}j: \text{grün}$	$\frac{x_2}{S_2}j: \text{gelb}$	Q	P
$> \frac{x_2}{S_2}j: \text{rot}$	$> \frac{x_2}{S_2}j: \text{gelb}$	$> \frac{x_2}{S_2}j: \text{rot}$	Teilnehmer	Teilnehmer
i	i	i	i	1
i	i	+	1	3
i	+	i	1	i
0	i	+	1	i
0	0	0	1	1
0	+	i	1	i
+	i	+	8	6
+	+	i	8	6
+	+	0	4	2
+	+	+	25	31

Tabelle 3.7: Individuelle Reaktion bei der Entscheidung x_2

Generell haben die meisten Teilnehmer in der richtigen Art und Weise auf die Information reagiert (+; +; +). Dies gilt für 25 Teilnehmer aus dem Produkt-Treatment und 31 Teilnehmer aus dem Summen-Treatment. Wie auch im ersten Experiment festzustellen war, haben etwas mehr Teilnehmer im Summen-Treatment richtig auf die Information reagiert. Lediglich ein Teilnehmer pro Treatment hat garnicht auf die gegebene Information reagiert, also unabhängig vom ausgeschlossenen Würfel durchschnittlich immer denselben Betrag eingesetzt (0; 0; 0).

3.4.5 Dynamisch angepaßte Lösung und zweite Konsumententscheidung

In diesem Abschnitt analysieren wir die erste Konsumententscheidung x_1 , indem wir die tatsächlichen Entscheidungen mit den optimalen Werten x_1^a vergleichen. Wir können feststellen, ob die tatsächlichen Entscheidungen über oder unter dem optimalen Wert liegen. In den meisten Fällen wählen die Teilnehmer einen Wert, der kleiner ist als der optimale, d.h. wir beobachten ein Übersparen für die erste Konsumententscheidung speziell im Summen-Treatment (siehe Tabelle 3.8).

Um die Entscheidung x_2 auf dieselbe Art und Weise zu analysieren, vergleichen wir die tatsächlichen Entscheidungen x_2 mit der dynamisch angepaßten Lösung $x_2^a(S_2)$, wobei die tatsächliche x_1 -Entscheidung (mit $S_2 = S_1 \setminus x_1$) berücksichtigt wird. Die Analyse der x_2 -Entscheidung muß allerdings wiederum nach dem ersten ausgeschlossenen Würfel getrennt durchgeführt werden (Tabelle 3.9 für das Summen-Treatment und Tabelle 3.10 für das Produkt-Treatment). Für die zweite Konsumententscheidung stellen wir ebenfalls unabhängig vom Treatment und dem ersten ausgeschlossenen Würfel eine starke Tendenz zum Übersparen fest.

	I-Treatment	S-Treatment
$x_1 < x_1^a$	309	463
$x_1 = x_1^a$	5	0
$x_1 > x_1^a$	286	137
Alle Fälle	600	600

Tabelle 3.8: Erste Konsumententscheidung im Vergleich zur optimalen Lösung x_1^a (beide Treatments)

	: grün	: gelb	: rot	Alle Fälle
$x_2 < x_2^a$	126	139	147	412
$x_2 = x_2^a$	8	2	0	10
$x_2 > x_2^a$	66	59	53	178
Alle Fälle	200	200	200	600

Tabelle 3.9: Zweite Konsumententscheidung im Vergleich zur dynamisch angepaßten Lösung (I-Treatment)

	: grün	: gelb	: rot	Alle Fälle
$x_2 < x_2^a$	138	143	127	408
$x_2 = x_2^a$	5	1	3	9
$x_2 > x_2^a$	57	56	70	183
Alle Fälle	200	200	200	600

Tabelle 3.10: Zweite Konsumententscheidung im Vergleich zur dynamisch angepaßten Lösung (S-Treatment)

3.4.6 Gleichaufteilung bei deterministischem Zeithorizont

Ein wichtiges Ziel dieses zweiten Experiments war festzustellen, ob die Teilnehmer die Implikationen der Struktur der Auszahlungsfunktion verstehen, d.h. ob sie den verbleibenden Betrag auf die verbleibenden Perioden gleich aufteilen.¹ Immer wenn der Zeithorizont (nach der zweiten Periode) fest terminiert ist, lautet das optimale Konsumverhalten $x_t^a = \frac{S_t}{R}$, wobei R die Anzahl der verbleibenden Perioden bezeichnet. Wenn ein Teilnehmer sich nun einer vorherbestimmten Zukunft gegenüber sieht, sollte er den Restbetrag S_3 gleich über die verbleibenden Perioden verteilen und $x_i = \frac{S_3}{T-2}$ (für $i > 2$) konsumieren. Da die kleinste konsumierbare Einheit 0;01 ECU beträgt, sollten die Beträge x_i ($i = 3; \dots; T$) nicht um mehr als diese Toleranz differieren. Wenn ein Teilnehmer diese Idee hat, sollte es für ihn keine Schwierigkeit sein, diese auch umzusetzen, da er immer einen Taschenrechner zur Verfügung hat. Tabelle 3.11 illustriert, in wievielen Fällen beider Treatments dieses Kriterium erfüllt wurde. Nun kann man argumentieren, 0;01 ECU Toleranz wären zu wenig, da die Teilnehmer sich nicht exakt verhalten, sondern durch Runden der Zahlen zu ihren Entscheidungen gelangen.² Daher haben wir dieselbe Analyse noch einmal mit 0;05 ECU (Tabelle 3.12) und 0;10 ECU Toleranz (Tabelle 3.13) durchgeführt.

	Produkt		Summe	
4 Perioden	125=200	62; 5%	132=200	66; 0%
5 Perioden	94=200	47; 0%	100=200	50; 0%
6 Perioden	79=200	39; 5%	100=200	50; 0%
Alle Fälle	298=600	49; 7%	332=600	55; 3%

Tabelle 3.11: Fälle, in denen gleich aufgeteilt wurde (Toleranz: 0;01)

	Produkt	Summe
4 Perioden	129=200	136=200
5 Perioden	111=200	121=200
6 Perioden	97=200	127=200
Alle Fälle	337=600	384=600

Tabelle 3.12: Fälle, in denen gleich aufgeteilt wurde (Toleranz: 0;05)

	Produkt	Summe
4 Perioden	146=200	142=200
5 Perioden	124=200	128=200
6 Perioden	116=200	131=200
Alle Fälle	386=600	401=600

Tabelle 3.13: Fälle, in denen gleich aufgeteilt wurde (Toleranz: 0;10)

¹Um dies zu testen, hätte man das Experiment auch mit einer festen Anzahl von Perioden spielen können. Es wäre allerdings die Vergleichbarkeit mit dem ersten Experiment verloren gegangen. Trotz der Einbettung in die sukzessive Informationsstruktur sollten die Teilnehmer die deterministische Situation nach der zweiten Periode erkennen.

²Zum Beispiel implizieren kleine Abweichungen vom Optimum im Summen-Treatment keine größeren Verluste.

Die Anzahl der Fälle in denen die Gleichaufteilung umgesetzt wurde steigt konstant von ca. 1=2 bei Toleranz 0;01 ECU auf ungefähr 2=3 bei der Toleranz 0;10 ECU. Die Zahlen sind meist höher für das Summen-Treatment als für das Produkt-Treatment. Weiterhin sinken die Zahlen mit längerem Zeithorizont, d.h. die Teilnehmer können einen kürzeren Zeithorizont offensichtlich besser überblicken.

Wenn man die Toleranz Stück für Stück von 0;10 bis 4;00 ECU anhebt (in einem Grid von 0;10, vgl. Abbildung 3.7), zeigt sich daß es keine Toleranzschwelle gibt, bei der die Anzahl dramatisch steigt. Es ist also nicht davon auszugehen, daß die Toleranz einen Einfluß auf unser Ergebnis hat, daß lediglich in der Hälfte der Fälle gleich aufgeteilt wird. An der Schwelle von 0;60 ECU überschneiden sich die Treatment-Kurven und im Produkt-Treatment sind leicht bessere Resultate zu sehen.

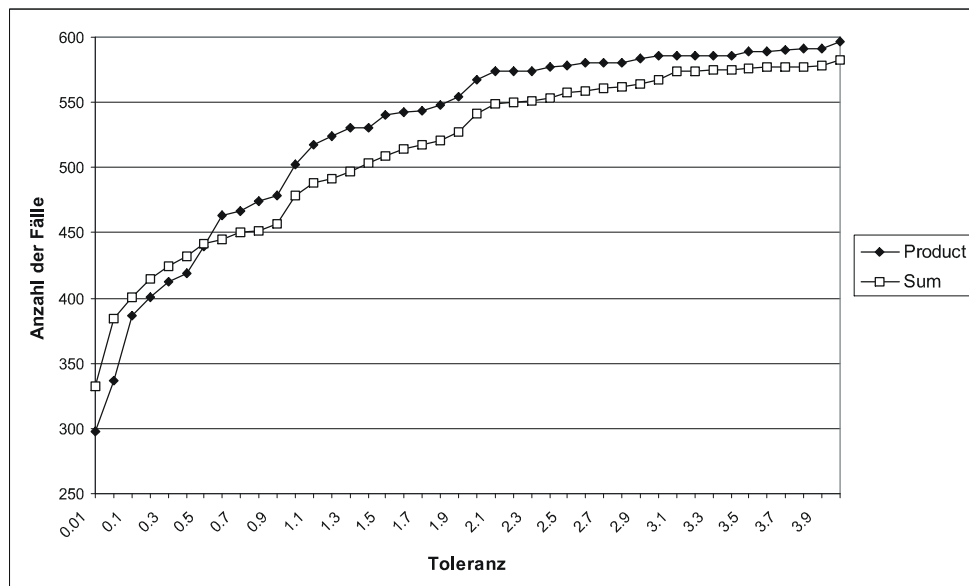


Abbildung 3.7: Fälle, in denen gleich aufgeteilt wurde (alle Toleranzen)

Eine andere Frage ist, ob die Teilnehmer während der zwölf Runde langsam dazu lernen und sich der Anteil der Gleichaufteiler mit steigender Rundenanzahl erhöht. Um darauf eine Antwort zu finden haben wir alle Fälle für die Toleranzen 0;01 ECU, 0;05 ECU und 0;10 ECU einerseits nach Zyklen (Tabelle 3.14) und andererseits nach Runden (Tabelle 3.15) unterteilt.

Treatment (Toleranz)		Alle Fälle	1. Zyklus	2. Zyklus
Q	(0,01)	298	139	159
	(0,01)	332	152	180
P	(0,05)	337	157	180
	(0,05)	384	183	201
Q	(0,10)	386	184	202
	(0,10)	401	192	209

Tabelle 3.14: Fälle in denen gleich aufgeteilt wurde (nach Zyklen)

Treatment (Toleranz)		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Alle Fälle													
P (0,01)	298	25	21	22	21	24	26	24	29	28	23	27	28
Q (0,01)	332	26	24	25	22	29	26	30	29	34	29	28	30
P (0,05)	337	27	24	23	29	27	27	27	31	33	27	30	32
Q (0,05)	384	32	28	31	27	34	31	31	33	37	33	34	33
P (0,10)	386	30	29	30	32	33	30	29	36	37	32	35	33
Q (0,10)	401	34	30	32	28	35	33	31	34	38	33	36	37

Tabelle 3.15: Fälle in denen gleich aufgeteilt wurde (nach Runden)

Ein Vergleich der beiden Zyklen zeigt einen leichten Anstieg von Gleichverteilungen vom ersten zum zweiten Zyklus. Auf der Ebene der Runden kann man keinen klaren Zeittrend beobachten, über die gesamte Zeit sind Auf- und Abwärtsbewegungen zu beobachten (vgl. auch Abbildung 3.8). Die Zahlen sind allerdings, wie in der Abbildung zu sehen, konstant höher für das Summen-Treatment (hintere Kurve).

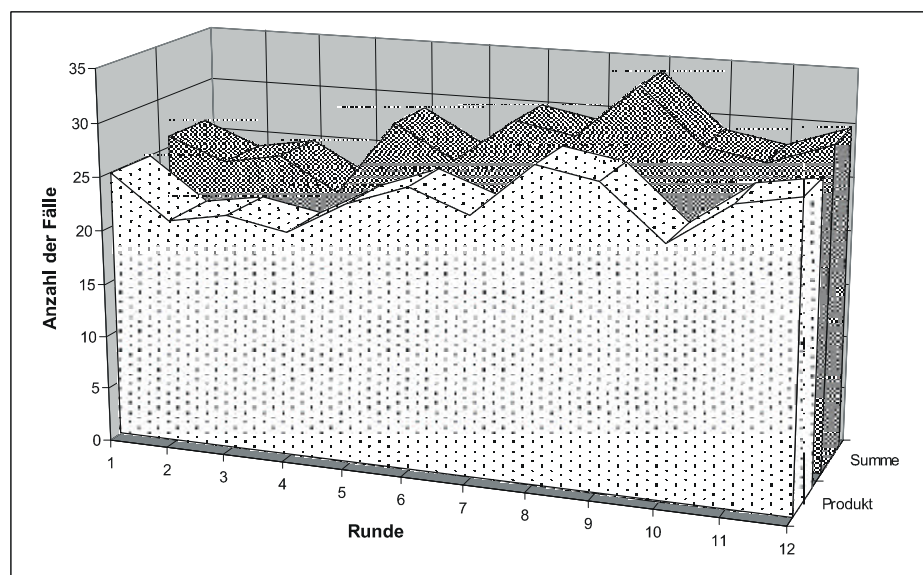


Abbildung 3.8: Fälle in denen gleich aufgeteilt wurde (Runden, Toleranz 0;01)

Eine andere Frage betrifft die Richtung der Abweichungen, falls die Teilnehmer ihren verbleibenden Betrag nicht gleich aufgeteilt haben. Um dies zu beantworten, betrachten wir erneut die Mittelwerte aller Entscheidungen in den Perioden $t = f3; \dots; 6g$ getrennt nach den sechs Würfelsequenzen. Die folgenden zwei Tabellen (Tabelle 3.16 für das Produkt-Treatment und Tabelle 3.17 für das Summen-Treatment) zeigen die Richtungen der Abweichungen mit Pfeilen an. Ein Punkt markiert ein lokales Minimum, falls die Pfeile von dort in beide Richtungen zeigen bzw. ein Maximum, wenn beide Pfeile in Richtung des Punktes zeigen.

1. Würfel	: grün=	: grün=	: gelb=	: gelb=	: rot=	: rot=
2. Würfel	: gelb	: rot	: grün	: rot	: grün	: gelb
x ₃	3,33 j	2,24 j	3,37 j	1,80 j	2,42 "	1,81 j
x ₄	3,34 #	2,28 j	3,54 #	1,81 j	2,36 ²	1,88 #
x ₅	i	2,31 #	i	1,83 j	2,47 #	1,87 ²
x ₆	i	i	i	1,83 #	i	1,84 "

Tabelle 3.16: Richtung der Abweichungen von der Gleichverteilung (I – Treatment)

1. Würfel	: grün=	: grün=	: gelb=	: gelb=	: rot=	: rot=
2. Würfel	: gelb	: rot	: grün	: rot	: grün	: gelb
x ₃	3,51 "	2,33 "	3,66 "	1,83 "	2,45 "	1,83 j
x ₄	3,44 j	2,22 j	3,46 j	1,78 j	2,44 ²	1,86 #
x ₅	i	2,16 j	i	1,71 ²	2,52 #	1,91 ²
x ₆	i	i	i	1,80 #	i	1,88 "

Tabelle 3.17: Richtung der Abweichungen von der Gleichverteilung (S – Treatment)

Ein Vergleich zwischen beiden Treatments zeigt, daß die meisten Pfeile im Produkt-Treatment abwärts zeigen, während die meisten Pfeile im Summen-Treatment aufwärts zeigen. Obwohl dieses Phänomen nicht rational erklärt werden kann, könnte es durch eine irrationale Angst vor Verlusten um Produkt-Treatment hervorgerufen sein.

3.4.7 Entscheidungszeiten

Eine weitere interessante Analyse betrifft die Entscheidungszeiten m_{ℓ}^i , die wiederum vom Computer für jede Entscheidung x_{ℓ}^i aufgezeichnet wurden. Wie auch in der ersten experimentellen Analyse fragen wir uns, ob sich die Gesamt-Entscheidungszeiten $m_{1;2;3}^i = m_1^i + m_2^i + m_3^i$ von Runde zu Runde verändern. Wieder haben wir eine Regression der Form $m_{1;2;3}^i = \textcircled{R} + \frac{\textcircled{r}}{\ell}$ mit $\ell = 2; 3; \dots; 12$ ³ für die mittleren Entscheidungszeiten beider Treatments angewendet und die folgenden Resultate erhalten: Für das Produkt-Treatment $\textcircled{R} = 72; 47$, $\textcircled{r} = 421; 79$ ($r^2 = ; 983$) und für das Summen-Treatment $\textcircled{R} = 59; 55$, $\textcircled{r} = 574; 24$ ($r^2 = ; 963$). Die beiden Regressionen sind auch in **Abbildung 3.9** noch einmal grafisch dargestellt.

³Wie in der ersten Analyse haben wir auch hier die ersten Runde $\ell = 1$ nicht berücksichtigt, da hier sehr starke Schwankungen vorliegen.

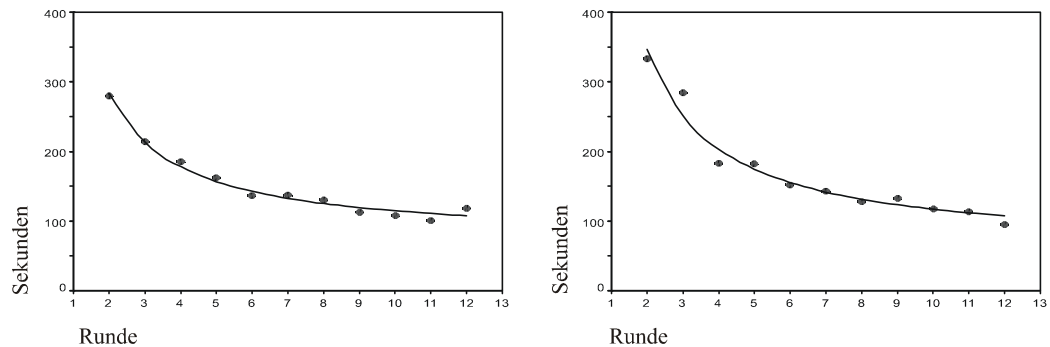


Abbildung 3.9: Regression der Entscheidungszeiten
(Produkt – links / Summe – rechts)

Die Zeit, die ein Teilnehmer für eine Konsumententscheidung benötigt, sinkt mit der Zahl der Runden. Die Teilnehmer brauchen eine bestimmte Zeit um das Experiment zu verstehen und entscheiden dann immer schneller. Diese Entwicklung der Entscheidungszeiten ist sehr ähnlich zum ersten Experiment.

3.5 Strategien und Heuristiken

Da die Teilnehmer schwerlich die optimale Lösung berechnen konnten mußten sie auf andere Methoden zurückgreifen, um zu einer Entscheidung zu gelangen. Dieser Abschnitt versucht herauszuarbeiten, welche Strategien und Heuristiken alternativ zur optimalen Strategie von Teilnehmern verwendet wurden, um zu ihren Entscheidungen zu gelangen. Ähnliches wurde von Müller (1997) für das erste Experiment erarbeitet. Wir hoffen wegen der einfacheren Struktur des zweiten Experiments noch genauer sagen zu können, wie die Teilnehmer mit dem gestellten Problem umgehen.

Im folgenden werden einige mögliche Strategien aufgelistet und auf ihr Vorkommen in den beobachteten Daten untersucht. Diese Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, natürlich sind auch verschiedene andere Strategien möglich. Die aufgelisteten Strategien ignorieren teilweise Informationen oder sie sind teilweise sehr ad hoc. Einerseits sind sie alle weniger erfolgreich als die optimale Strategie, andererseits sind sie wesentlich einfacher zu berechnen. Die Entscheidungen einiger Strategien basieren lediglich auf der Struktur des Problems und sind daher für beide Treatments anwendbar. Dabei arbeiten diese Strategien im Gegensatz zur optimalen Lösung meist mit Vorwärtsinduktion. Es soll versucht werden, die individuellen Entscheidungen zu verstehen und eine Idee zu vermitteln, auf welche Weise man das gestellte Problem bearbeiten kann.

3.5.1 Gewichtete Gleichverteilung

Die gewichtete Gleichverteilung (GGV) bewertet jede mögliche Sequenz mit ihrer „ex ante“-Wahrscheinlichkeit und nimmt ein optimales Verhalten (also eine Gleichverteilung über alle Perioden) für die jeweilige Situation an. Diese einfache Rechnung impliziert für beide Treatments:

$$\begin{aligned}
x_1^a &= 1=3 \text{ € } (11; 92=4 + 11; 92=5 + 11; 92=6) = 2; 45 \\
S_2 &= 11; 92 \text{ j } 2; 45 = 9; 47 \\
x_{2:r}^a &= 1=2 \text{ € } (9; 47=4 + 9; 47=5) = 2; 13 \\
x_{2:ge}^a &= 1=2 \text{ € } (9; 47=3 + 9; 47=5) = 2; 52 \\
x_{2:gr}^a &= 1=2 \text{ € } (9; 47=3 + 9; 47=4) = 2; 76
\end{aligned}$$

Nach der zweiten Konsumentscheidung x_2 geht diese Strategie automatisch über in eine Gleichverteilung des Restbetrages auf die verbleibenden Perioden.

Die Wahl $x_1 = 2; 45$ wurde im Produkt-Treatment 34 mal beobachtet und lediglich einmal im Summen-Treatment. Diese 34 Fälle kommen hauptsächlich von drei einzelnen Teilnehmern, die diese Strategie konsistent angewendet haben. Zwei der drei Teilnehmer folgen der „gewichteten Gleichverteilung“ auch in der zweiten Konsumentscheidung⁴. Der dritte Teilnehmer ignoriert die erste Information vollständig und konsumiert unabhängig vom ausgeschlossenen Würfel immer $x_2 = 2; 13$.

3.5.2 Vermeidung von Einkommensunsicherheit (Min-Max-Strategie)

Mit der Vermeidung von Einkommensunsicherheit (VEU) versucht ein Teilnehmer, sich von jeglicher Unsicherheit im Spiel zu befreien und sich seine Auszahlung unabhängig von stochastischen Einflüssen zu sichern. Man versucht also die höchste allen Situationen gleichzeitig erreichbare Auszahlung zu erreichen. Wenn man diese Vorgehensweise für das Produkt-Treatment anwendet, lauten die Entscheidungen folgendermaßen: $x_1^a = x_2^a = x_3^a = x_4^a = (11; 92 \text{ j } 2)=4 = 2; 48$ und $x_5^a = x_6^a = 1$. Für das Summen-Treatment ergeben sich die Entscheidungen wie folgt: $x_1^a = x_2^a = x_3^a = x_4^a = 11; 92=4 = 2; 98$ und $x_5^a = x_6^a = 0$.

Der Wert $x_1 = 2; 98$ wurde im Produkt-Treatment 21 mal beobachtet und der Wert $x_1 = 2; 48$ im Summen-Treatment achtmal. In den meisten Fällen wird in der zweiten Konsumentscheidung x_2 davon abgewichen, d.h. die reine Strategie der Vermeidung von Unsicherheit ist nicht zu beobachten. Dies ist wahrscheinlich unter anderem auch darauf zurückzuführen, daß die Unsicherheit in diesem zweiten Experiment nicht sehr groß ist. Darüber hinaus generiert eine solche Strategie im Vergleich zu anderen einfachen Heuristiken nur eine sehr geringe Auszahlung.

3.5.3 Erwartete Lebenslänge

Um die Strategie der erwarteten Lebenslänge (ELL) anzuwenden, berechnet ein Teilnehmer vor jeder Entscheidung seine noch zu erwartende Lebenslänge n_t in der Periode t und dividiert den zu diesem Zeitpunkt verbliebenen Betrag S_t durch diese Zahl. In diesem Experiment war dies eine sehr einfach anzuwendende Strategie, da die erwartete Lebenslänge hier sehr einfach zu berechnen ist. Man kann feststellen, daß diese Strategie auch in einer relevanten Anzahl von Fällen angewendet wurde.

Die Lebenserwartung vor der Entscheidung x_1 berechnet sich also folgendermaßen:

⁴Wahrscheinlich durch Rundungsfehler sind die tatsächlich beobachteten Entscheidungen $x_{2:r} = 2; 12$, $x_{2:ge} = 2; 52$ und $x_{2:gr} = 2; 75$.

$$n_1 = 2 \cdot \frac{1}{6}(4 + 5 + 6) = 5$$

$$x_1^a = \frac{11,92}{5} = 2,38$$

Der in der zweiten Periode verbleibende Betrag S_2 ist dann:

$$S_2 = 11,92 - 2,38 = 9,54$$

Getrennt nach dem ersten ausgeschlossenen Würfel, heißt das dann für die Entscheidung x_2^a

$$n_{2:gr} = \frac{1}{2}(3 + 4) = 3,5; n_{2:ge} = \frac{1}{2}(3 + 5) = 4; n_{2:r} = \frac{1}{2}(4 + 5) = 4,5$$

sowie

$$x_{2:gr}^a = \frac{9,54}{3,5} = 2,73; x_{2:ge}^a = \frac{9,54}{4} = 2,38; x_{2:r}^a = \frac{9,54}{4,5} = 2,12.$$

Nach der zweiten Konsumentenentscheidung x_2 , wenn der Zeithorizont feststeht, wird diese Strategie wieder zu einer Gleichverteilung des Restbetrages über die verbleibenden Perioden.

Es stellt sich heraus, daß diese Strategie besonders häufig im Summen-Treatment angewendet wurde. Der Betrag $x_1 = 2,38$ wurde im Produkt-Treatment 38mal und im Summen-Treatment 177mal gewählt. **Abbildung 3.10** zeigt die weitere Analyse der zweiten Konsumentenentscheidung für die 177 Fälle mit $x_1 = 2,38$ im Summen-Treatment.

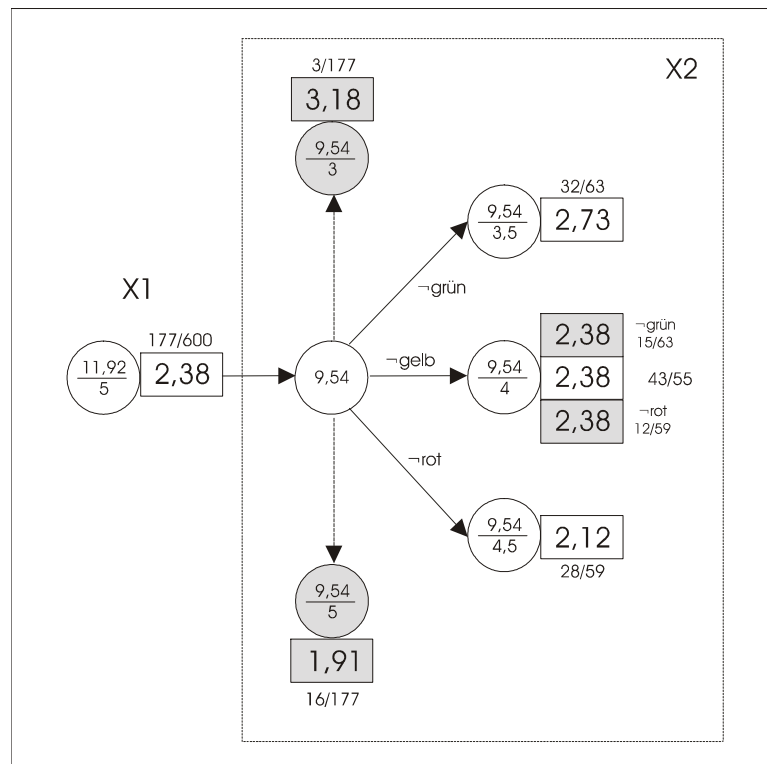


Abbildung 3.10: Zweite Konsumentenentscheidung nach $x_1 = 2,38$ im Summen-Treatment

Die Kreise enthalten die Berechnung für die in den Rechtecken stehenden Beträge, z.B. $\frac{11;92}{5} = 2;38$ bei der Entscheidung x_1 . Neben den Rechtecken ist die Anzahl der zutreffenden Fälle, von allen für diese Entscheidung möglichen Fällen abgetragen, in unserem Beispiel (für die Entscheidung x_1) sind das 177 von insgesamt 600 Fällen. Im Vergleich zu den tatsächlichen Daten erlauben wir dabei für eine Abweichung von 0;01 ECU. Wenn man dem Pfeil zum nächsten Kreis folgt, kann man den nach dieser Entscheidung den zur Verfügung stehenden Restbetrag ablesen $S_2 = 9;54$. Folgt man der beschriebenen Strategie, erreicht man nach : grün den Betrag $x_2 = 2;73$ (32 von insgesamt 63 Fällen in denen die Information : grün gegeben wurde), nach : gelb wiederum $x_2 = 2;38$ (43/55 Fälle) und nach : rot den Betrag $x_2 = 2;12$ (28/59 Fälle). In circa der Hälfte aller Fälle wurde die beschriebene Strategie auch bei der zweiten Konsumententscheidung angewendet. Einige andere Teilnehmer setzen weiterhin $x_2 = 2;38$, obwohl sie die Information : grün (15/53 Fälle) bzw. : rot (12/59 Fälle) erhalten haben. Diese Teilnehmer scheinen weiterhin auf den gelben Würfel zu spekulieren, anstatt ihre Lebenserwartung erneut zu berechnen. Man kann ebenfalls Spekulationen auf den roten Würfel (3=177 Fälle) und den grünen Würfel (16=177 Fälle) beobachten. Alle fünf beschriebenen Konsumlevel für x_2 können 84% der 177 ausgewählten Entscheidungen beschreiben.

3.5.4 Prominenzheuristik

Die Prominenzheuristik (PRH) greift der Einfachheit halber auf den Einsatz von mehr oder weniger brauchbaren prominenten Werten zurück. Diese Heuristik setzt voraus, daß die Teilnehmer es bevorzugen, ganze Beträge zu setzen. Ein Teilnehmer könnte sich nun also über den kleinsten sinnvollen Betrag für die erste Konsumententscheidung Gedanken machen. Das wäre in unserem Fall eine Gleichverteilung über die maximale Anzahl möglicher Perioden, also $\frac{11;92}{6} = 1;99$. Das höchste sinnvoll einsetzbare Betrag wäre eine Gleichverteilung über die minimale Anzahl möglicher Perioden, d.h. $\frac{11;92}{4} = 2;98$ (ca. 75% aller Beobachtungen für die Entscheidung x_1 liegen im Intervall von 1;98 bis 3;00). Aus diesen Gründen scheinen die Entscheidungen $x_{1,2} = 2;00$ oder $x_{1,2} = 3;00$ bzw. eine Kombination daraus als recht sinnvoll. Die folgende Tabelle 3.18 zeigt alle Fälle, in denen die Teilnehmer eine solche Prominenzheuristik verfolgt haben. Diese Zahler beinhalten alle Fälle unabhängig von der ersten gegebenen Information.

x_1	x_2	I-Treatment	S-Treatment
2,00	2,00	41	11
3,00	3,00	21	2
3,00	2,00	27	5
2,00	3,00	4	5
Alle Fälle		93	23

Tabelle 3.18: Prominenzheuristik bei den ersten beiden Entscheidungen

Diese Heuristik ist im Summen-Treatment zweitrangig, da hier die Strategie der „Erwarteten Lebenslänge“ eine so herausragende Rolle spielt.

3.5.5 Fortfahren mit prominenten Zahlen

Eine weitere Heuristik, die mit prominenten Zahlen operiert, ist das „Fortfahren mit prominenten Zahlen“ (FPZ). Diese Heuristik nimmt an, daß Teilnehmer lieber mit prominenten Restbeträgen fortfahren, als gleich prominente Zahlen zu setzen, d.h. sie wollen sich erstmal von den Zahlen hinter dem Komma befreien. In diesem Experiment ist der initiale Geldbetrag 11; 92 ECU. Die sinnvollsten Werte, um die beschriebene Heuristik zu implementieren, wäre also ein Wert von $x_1 = 1; 92$ oder $x_1 = 2; 92$. Nach der ersten Entscheidung würde ein Teilnehmer dann mit prominenten Werten fortfahren, d.h. $x_2 = 2; 00$ bzw. $x_2 = 3; 00$. In der folgenden Tabelle 3.19 sind analog zur Prominenzheuristik die Fälle aufgezeigt, in denen eine solche Heuristik angewendet wurde. Auch hier ist wieder zu beobachten, daß diese Heuristik im Summen-Treatment offensichtlich eher zweitrangig ist. Aber auch gegenüber der Prominenzheuristik spielt das „Fortfahren mit prominenten Zahlen“ eher eine untergeordnete Rolle.

x_1	x_2	P-Treatment	S-Treatment
1,92	2,00	17	8
1,92	3,00	1	1
2,92	2,00	15	3
2,92	3,00	7	1
Alle Fälle		40	13

Tabelle 3.19: „Fortfahren mit prominenten Zahlen“

3.5.6 „Gehe auf das Maximum“-Politik

Mit der „Gehe auf das Maximum“-Politik (GMP) versucht ein Teilnehmer die maximal mögliche Auszahlung in jeder Runde zu erzielen. In diesem Fall heißt das eine Gleichverteilung des zur Verfügung stehenden Betrages ($S_1 = 11; 92$ ECU) auf die Anzahl von Perioden, bei der die höchste Auszahlung zu erzielen ist. Für das Produkt-Treatment ist das für $x_1^a = \frac{11;92}{4} = 2; 98$ der Fall, während der optimale Wert für das Summen-Treatment bei sechs Perioden, also $x_1^a = \frac{11;92}{6} = 1; 99$ erreicht wird. Ein Teilnehmer kann diese Strategie solange in späteren Perioden fortsetzen, bis die gegebenen Informationen nichts gegenteiliges nahelegen. Im Produkt-Treatment muß ein Teilnehmer also auf Anwendung des roten Würfels spekulieren, während er im Summen-Treatment (vier Perioden) auf Anwendung des grünen Würfels (sechs Perioden) hoffen muß. Die maximal erzielbare Auszahlung beträgt dann: 78; 76 ECU für das Produkt-Treatment und 8; 46 ECU für das Summen-Treatment, falls ein Teilnehmer exakt die angenommene Periodenanzahl erreicht.

Im Produkt-Treatment wurde der Wert $x_1 = 2; 98$ zehnmal von fünf verschiedenen Teilnehmern beobachtet. Sechs von diesen haben diese Strategie auch für die zweite Konsumentscheidung x_2 weiterverfolgt, zwei Teilnehmer haben nach der Information : rot ihre Strategie geändert (vgl. Tabelle 3.20). Insgesamt konnte die Strategie dreimal bis zum Ende verfolgt werden.

$x_1 = 2; 98$	1: Würfel	$x_2 = 2; 98$	2: Würfel	$x_{3,4} = 2; 98$ (erfolgreich)
10	: gelb, : grün (8) : rot (2)	6	: grün, : gelb (3) : rot (3)	3

Tabelle 3.20: „Gehe auf das Maximum“-Politik (I –Treatment)

Für das Summen-Treatment wurde der Wert $x_1 = 1; 99$ (bzw. $x_1 = 1; 98$ falls die Zahlen abgerundet werden) insgesamt in 77 Fällen eingesetzt (1; 99 in 38 und 1; 98 in 39 Fällen). In 38 dieser 77 Fälle wurde der Strategie auch für die zweite Konsument-scheidung x_2 gefolgt. In 25 Fällen wurde die Strategie verändert, nachdem sie nach der Information : grün zum Scheitern verurteilt war. Tabelle 3.21 zeigt einen Überblick über die Anwendung der Strategie im Summen-Treatment, sie führte insgesamt 19mal zum Erfolg.

$x_1 = 1; 99=$ $x_1 = 1; 98$	1: Würfel	$x_2 = 1; 99=$ $x_2 = 1; 98$	2: Würfel	$1; 97 \rightarrow x_{3,4} \rightarrow 1; 99$ (erfolgreich)
77	: rot, : gelb (52) : grün (25)	38	: gelb, : rot (20) : grün (18)	19

Tabelle 3.21: „Gehe auf das Maximum“-Politik (S –Treatment)

Einer der Gründe, warum die „Gehe auf das Maximum“-Politik im Summen-Treatment wesentlich erfolgreicher war als im Produkt-Treatment, ist wahrscheinlich, daß die korrekte Anzahl von Perioden für die maximale Auszahlung im Produkt-Treatment von mehreren Teilnehmern nicht richtig erkannt wurde. Im Anschluß an das Experiment wurde genau diese Frage als zusätzliche Verständnisfrage⁵ gestellt. Im Summen-Treatment wurde die Frage von 90% der Teilnehmer richtig (mit 6 Perioden) beantwortet, während diese Frage im Produkt-Treatment nur 70% (mit 4 Perioden) richtig beantwortet haben.

3.5.7 Zusammenfassung der Strategien

In der folgenden Tabelle 3.22 werden alle beschriebenen Strategien und Heuristiken und ihr Vorkommen noch einmal zusammengefaßt. Mit fünf einfachen Strategien können wir also im Moment 34% der Daten für die erste Konsumententscheidung im Produkt-Treatment und 49% im Summen-Treatment genau erklären.

⁵Die Frage lautete genau: „Stellen Sie sich vor, Sie wollten im vorangegangenen Experiment möglichst viel Geld verdienen. Wenn Sie vorherbestimmen könnten, wie viele Sie Perioden erleben wollen, für wieviele Perioden würden Sie sich entscheiden?“

Strategie	P-Treatment	S-Treatment
GGV	34	1
VEU	i	i
ELL	38	177
PRH	93	23
FPZ	40	13
GMP	10	77
Gesamt	206 , 34%	291 , 49%

Tabelle 3.22: Vorkommen der Strategien

Die additive Struktur des Summen-Treatments wurde möglicherweise von den Teilnehmern besser verstanden, was es ihnen offensichtlich auch einfacher machte, eine dieser simplen Strategien anzuwenden. Es ist eine große Herausforderung, weitere Strategien aus den Daten zu identifizieren. Bei komplexeren Strategien scheint dies im nachhinein nur schwer möglich zu sein.

3.6 Zusammenfassung der zweiten experimentellen Analyse

Dieses Experiment ergänzt die erste experimentelle Studie und kann einige Ergebnisse bestätigen. Die einfachere Struktur hat uns einen Schritt näher gebracht, den Entscheidungsprozeß in solchen komplexen Situationen zu verstehen. Einige bestimmte Strategien konnten identifiziert werden, die den Teilnehmern geholfen haben, das gestellte Problem zu vereinfachen und auf diese Weise zu lösen. Im folgenden wollen wir die Ergebnisse der vorhergehenden Abschnitte noch einmal zusammenfassen:

- ² Wie im ersten Experiment reagieren die Teilnehmer auch hier auf die gegebenen Informationen in der richtigen Richtung.
- ² Einige Teilnehmer (ca. 5%) verteilen nicht ihren gesamten Anfangsbetrag auf die erlebten Perioden, obwohl ihnen die letzte Periode bekannt ist.
- ² Aufgrund der flacheren Auszahlungskurve ist die Effizienz im Summen-Treatment höher als im Produkt-Treatment, obwohl die Varianz der einzelnen Entscheidungen (und damit die Abweichungen von den optimalen Entscheidungen) höher ist.
- ² Die Konsistenz bei der ersten Konsumententscheidung ist nicht sehr groß, steigt aber für den zweiten Zyklus. Die am häufigsten gewählten Werte differieren zwischen den beiden Treatments sehr stark, obwohl die Struktur ähnlich ist.
- ² In den meisten Fällen können wir ein Untersparen bei der ersten Konsumententscheidung beobachten und in Bezug auf die angepaßte optimale Lösung auch für die zweite Konsumententscheidung.
- ² Nur in ca. der Hälfte der Fälle können wir ein Gleichverteilen des zur Verfügung stehenden Geldes auf die verbleibenden Perioden beobachten, auch wenn die Länge des Lebens bekannt ist.

3.6. ZUSAMMENFASSUNG DER ZWEITEN EXPERIMENTELLEN ANALYSE 55

- ² Die Abweichungen von der Gleichverteilung sind in den beiden Treatments verschieden. Eventuell könnten sie im Produkt-Treatment von einer irrationalen Angst vor Verlusten im getrieben sein.
- ² Die Entscheidungszeiten sinken in späteren Runden.

Zusätzlich zu diesen mehr generellen Resultaten des Durchschnittsverhaltens, konnten auf individuellem Level bestimmte Strategien identifiziert werden:

- ² Gewichtete Gleichverteilung
- ² Vermeidung von Einkommensunsicherheit
- ² Erwartete Lebenslänge
- ² Prominenzheuristik
- ² Fortfahren mit prominenten Zahlen
- ² „Gehe auf das Maximum“-Politik

Diese Strategien geben einige einfache Ideen, wie menschliche Entscheider solche Entscheidungsprobleme im Lebenszyklus tatsächlich bearbeiten, um auch ohne Berechnung der optimalen Lösung Entscheidungen treffen zu können.

Kapitel 4

Intertemporale Entscheidungen und riskantes Investieren

–Dritte experimentelle Analyse–

4.1 Einleitung

In der bisherigen Forschung wurden Lebenszyklusprobleme und Anlage- bzw. Investitionsentscheidungen isoliert voneinander betrachtet. Mit der hier beschriebenen Erweiterung unseres ersten Experiments wollen wir einen ersten Versuch unternehmen, beide Aspekte zu integrieren. Wir haben zu diesem Zweck unserem ersten Experiment eine pro-...table, aber riskante Anlagemöglichkeit hinzugefügt. Die 50 Teilnehmer waren wiederum meist Studenten der Betriebs- und Volkswirtschaftslehre der Humboldt-Universität. Im folgenden wird das Experimentdesign noch einmal genau beschrieben.

4.2 Experimentdesign

Wie beim Design des ersten Experiments besteht das „Leben“ aus mindestens 3 und höchstens 6 Perioden $t = 1; 2; \dots; T$ mit $3 \leq T \leq 6$. Am Anfang stehen den Teilnehmer 11;92 ECU zur Verfügung. Mit x_t bezeichnen wir wieder die Ausgaben in der Periode t und mit S_t den verbleibenden Betrag in der Periode t , d.h. $S_1 = 11;92$. Da $S_{t+1} = S_t - x_t$ ist, müssen die sich Teilnehmer entscheiden, ob sie lieber jetzt in Periode t oder in der Zukunft mehr ausgeben wollen. Obwohl wir in der ersten Studie zwei verschiedene intertemporale Nutzenfunktionen verwendet haben, wollten wir uns in dieser dritten Studie auf die Version des Produkt-Treatments beschränken, d.h.

$$U = x_1 + \dots + x_T = \sum_{t=1}^T x_t.$$

Wenn die letzte Periode $T \leq 6$ erreicht ist, und ein Restbetrag $S_{T+1} > 0$ nicht konsumiert ist, so ist der für die Zukunft gesparte Betrag verloren. Umgekehrt führt $x_t = 0$ dazu, daß der Gesamtgewinn gleich Null ist. Dies illustriert deutlich, welcher Konflikt dem Problem zugrunde liegt.

Die letzte Periode T ist analog zum ersten Experiment wieder stochastisch bestimmt. Zur Bestimmung der letzten Periode gibt es wiederum drei verschiedenfarbige Würfel (grün, gelb und rot), die drei verschiedene Terminationswahrscheinlichkeiten nach der dritten Periode repräsentieren ($\frac{1}{6}$ bei grün, $\frac{1}{3}$ bei gelb und $\frac{1}{2}$ bei rot). Nach der Entscheidung x_1 wird der erste Würfel und nach der Entscheidung x_2 der zweite Würfel ausgeschlossen. Nach der dritten Periode ist die Terminationswahrscheinlichkeit endgültig und bestimmt, ob das „Leben“ $T = 3; 4; 5$ oder 6 Perioden dauert. Wiederum haben die Teilnehmer 12 Runden hintereinander gespielt, wobei sie auswählen konnten, ob sie die Auszahlung einer zufällig ausgelosten Runde bekommen möchten oder nach dem Durchschnitt aller 12 Runden bezahlt werden wollen.

Während in der zweiten Studie die stochastischen Einflüsse reduziert wurden, haben wir in dieser dritten Studie eine weitere Unsicherheit hinzugefügt. Gleichzeitig mit der Wahl von x_1 , konnten die Teilnehmer nun in eine riskante Anlagemöglichkeit y mit $0 \leq y \leq S_1$ $x_1 = 11; 92$ x_1 investieren, d.h. also $x_1 + y \cdot S_1$. Diese riskante Anlage ergibt mit der Wahrscheinlichkeit $\frac{2}{3}$ einen Betrag von $\frac{4}{3}y$ bzw. mit der Wahrscheinlichkeit $\frac{1}{3}$ einen Betrag von $\frac{2}{3}y$ als Anfangsbetrag für die zweite Periode, d.h.

$$S_2 = 11; 92 \text{ i } x_1 + \frac{y}{3} \text{ mit der Wahrscheinlichkeit } \frac{2}{3}$$

und

$$S_2 = 11; 92 \text{ i } x_1 \text{ i } \frac{y}{3} \text{ mit der Wahrscheinlichkeit } \frac{1}{3}.$$

Zuerst gab es die Überlegung, diese Investitionsentscheidung in allen Perioden anzubieten. Die Entscheidungsmöglichkeit, in eine solche riskante Anlage mit positiver erwarteter Dividende von $\frac{y}{9}$ investieren, wurde aber auf die erste Periode beschränkt. Einerseits wären die Teilnehmer mit einer weiteren Steigerung der Komplexität wohl überfordert gewesen, andererseits wäre die maximal zu erwartende Auszahlung sehr stark angestiegen bzw. die zu erwartenden Auszahlungen hätten zu starken Schwankungen unterlegen. In dem neuen Szenario können wir die Teilnehmer also auf zwei verschiedene Arten klassifizieren. Nach der bisherigen Typisierung können sie wiederum in A- (Durchschnittsauszahlung) und R-Typen (Zufallsauszahlung) unterschieden werden. Darüber hinaus können wir sie nun nach der neuen kontinuierlichen Variable y mit $0 \leq y \leq S_1$ x_1 klassifizieren. Die Variable zeigt an, wie geneigt sie sind, in eine riskante, aber lohnenswerte Anlage zu investieren, d.h. welchen Grad von Risikoaversion sie an den Tag legen.

4.3 Experimentdurchführung und optimale Lösung

Wie in den beiden anderen Studien haben wir als „Benchmark“ in der folgenden Abbildung 4.1 die optimalen Pfade für einen risikoneutralen Entscheider mit Hilfe numerischer Methoden berechnet. Die erwartete Auszahlung beträgt dabei $U = 80; 54$ ECU. Bei Betrachtung der Abbildung fällt auf, daß der Entscheidungsraum im Gegensatz zur ersten Studie durch die Anlagemöglichkeit auf das Doppelte vergrößert wurde. Es muß dabei sowohl eine Strategie für „Glück“ (d.h. Vermehrung des angelegten Geldes – linker Ast

des Baumes) als auch für Pech (d.h. Verringerung des angelegten Geldes – rechter Ast des Baumes) angegeben werden.

Nach der ersten Entscheidung über y und x_1 wird zuerst zufällig bestimmt, ob die Anlage $\frac{4}{3}y$ („Glück“ – mit Wahrscheinlichkeit $\frac{2}{3}$) oder $\frac{2}{3}y$ („Pech“ – mit Wahrscheinlichkeit $\frac{1}{3}$) auszahlt. Gleich darauf wird festgelegt, welcher der drei Würfel als erstes ausgeschlossen wird. Nach der zweiten Entscheidung x_2 wird der zweite Würfel ausgeschlossen. Schließlich wird nach der dritten Entscheidung x_t ($t = 3$) mit Hilfe der Terminationswahrscheinlichkeit zufällig bestimmt, ob das Spiel $T = 3; 4; 5$ oder 6 Perioden dauert. Die optimalen Entscheidungen sind innerhalb der Rechtecke und die resultierenden Restbeträge S_t jeweils darüber zu finden. Die Entscheidung $x_6 = S_6$ wurde in diesem Fall wieder vom Computer übernommen, auch wenn Entscheidungen mit $x_6 < S_6$ von einigen Teilnehmern nicht auszuschließen sind.¹

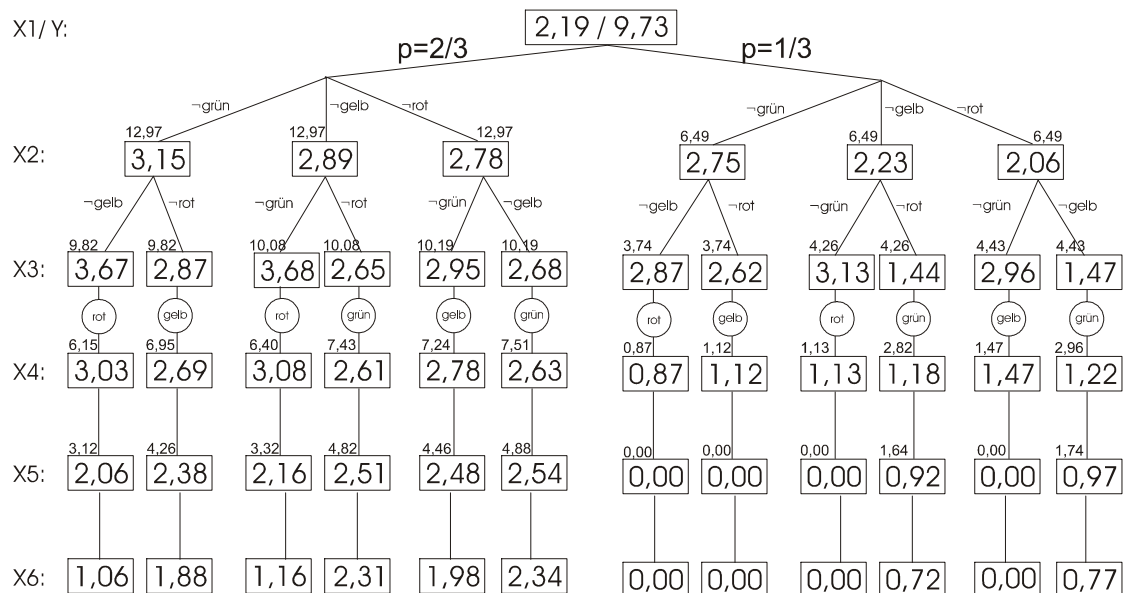


Abbildung 4.1: Optimale Lösungspfade

Das Design unterscheidet sich von der ersten Studie nur durch die zusätzliche Entscheidung y mit $0 < y < S_1$ in Periode $t = 1$. Die Instruktionen mußten also nur geringfügig geändert werden (in Anhang C sind die zusätzlichen Teile kursiv geschrieben). Den Teilnehmern standen wiederum die gleichen Hilfsmittel zur Verfügung, wie ein Protokoll der vergangenen Entscheidungen und Zufallszüge sowie ein Taschenrechner. Die Teilnehmer wurden wiederum per Handzettel für das Experiment eingeladen, dessen Länge mit ca. zwei Stunden angegeben wurde. Die tatsächlich benötigte Zeit von einzelnen Versuchspersonen dauerte von 13 bis 103 Minuten (dabei ist die Anfangsphase, in der die Instruktionen gelesen und verstanden werden mußten, nicht enthalten). Es wurden auch wieder die gleichen prä- und postexperimentellen Fragebögen wie in der ersten Studie verwendet.

Obwohl die Erwartungsauszahlung in ECU bei dem neuen Experiment mit Investitionsmöglichkeit $U = 80; 54$ ECU (1 ECU = 0; 50 DM) wesentlich höher liegt als bei

¹vgl. hierzu das Internet-Experiment im nächsten Kapitel. Diese Teilnehmer sind entweder als unaufmerksam einzustufen oder sie haben fundamentale Aspekte des Spiels nicht verstanden.

der Studie ohne Investitionsmöglichkeit $U = 35;16$ (1 ECU = 1 DM), wurde in diesem Experiment vergleichsweise weniger verdient. Die Durchschnittsauszahlung ist in diesem Experiment mit 39;72 ECU (49% EΦzienz) im Vergleich zu 27;62 ECU in der ersten Studie (79% EΦzienz) nur relativ geringfügig gestiegen, die EΦzienz ist wesentlich geringer.

Um zu illustrieren woran dies liegen könnte, haben wir berechnet, wie sensitiv die Erwartungsauszahlung durch die neue Entscheidungsvariable y beeinþuþt wird. Zu diesem Zweck wollen wir im folgenden jeweils das optimale Verhalten $x_t^*(y)$ für alle Sparentscheidungen basierend auf einem bestimmten Investitionsniveau y annehmen. $U(y)$ bezeichnet also die optimale Erwartungsauszahlung, gegeben das Investitionsniveau y . **Abbildung 4.2** stellt den Zusammenhang zwischen dem Investitionsniveau y und der zugehörigen optimalen Erwartungsauszahlung $U(y)$ graphisch dar. Auf der rechten Seite des optimalen Investitionsniveaus von $y^* = 9;73$ fällt die Kurve relativ steil ab. Risikoneutralität verlangt wegen des positiven Erwartungswertes der riskanten Investitionsmöglichkeit immer y^* maximal zu wählen, d.h. $y^* = S_1 \mid x_1$. Falls sich also der Wert y dem Ausgangsbetrag $S_1 = 11;92$ annähert, resultiert daraus, daß x_1 ebenfalls gegen Null geht, d.h. auch $U(y)$ bewegt sich gegen Null, da einer der Faktoren (x_1) gegen Null geht. Generell wirken sich Abweichungen vom optimalen y drastisch auf die Erwartungsauszahlung aus. Wenn man z.B. $y = 0$ wählt, reduziert sich die Auszahlungserwartung um mehr als die Hälfte².

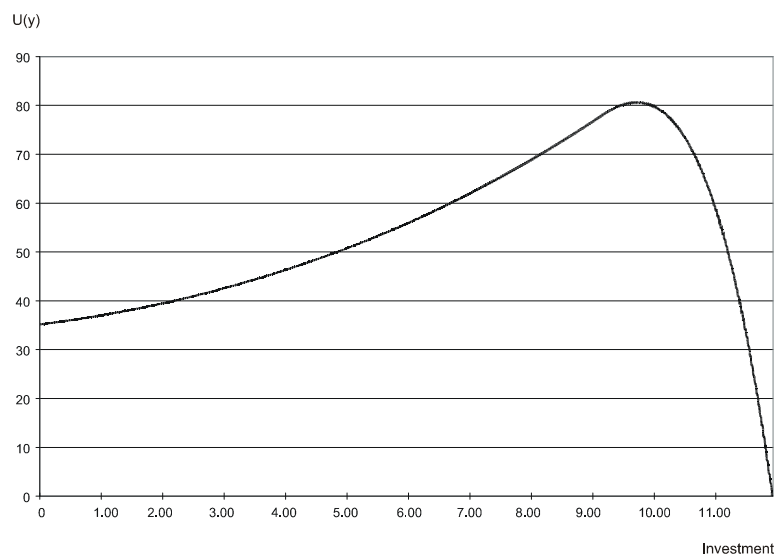


Abbildung 4.2: Erwartungsauszahlung $U(y)$ in Abhängigkeit des Investitionsniveaus y

Natürlich kann von den Teilnehmern nicht erwartet werden, das optimale Investitionsniveau y zu finden. Nichtsdestotrotz könnten sie ein qualitatives Verständnis dafür entwickeln, daß höhere Investitionsniveaus (bis zu $y^* = 9;73$) die Erwartungsauszahlung erheblich verbessern können. Offensichtlich trägt das oft zu niedrig gewählte Investitionsniveau in diesem Experiment wesentlich dazu bei, daß die Teilnehmer, relativ betrachtet, weniger verdient haben als im ersten Experiment.

²In diesem Fall könnte man auch das Spiel ohne Investitionsmöglichkeit spielen ($U = 35;16$).

4.4 Experimentergebnisse

In Anbetracht der ausführlichen Analyse des Sparverhaltens in den vorherigen Studien, wollen wir uns bei diesem Experiment auf die Betrachtung der neuen Variable des Investitionsniveaus y konzentrieren. Zuvor wollen wir uns aber noch einmal der initialen Konsumententscheidung x_1 widmen.

4.4.1 Initiale Konsumententscheidung

Die Ausgaben für den Konsum in x_1 liegen im Durchschnitt deutlich zu hoch, das bedeutet, daß den Teilnehmern nicht genügend Mittel S_1 i x_1 zur Verfügung stehen, um das optimale Investitionsniveau zu erreichen. Überraschenderweise ist der beobachtete Durchschnittswert für x_1 in diesem Experiment ($x_1 = 3;07$) sogar höher als in der ersten experimentellen Analyse ($x_1 = 2;64$), obwohl der optimale Wert für das Spiel ohne Investitionsentscheidung darunter liegt. Die beobachteten Werte für x_1 sind in diesem Experiment signifikant höher (Mann-Whitney-U Test, $p = 0;019$), als im ersten Experiment, obwohl die optimale Lösung qualitativ andere Voraussagen macht. Möglicherweise antizipieren die Teilnehmer einen höheren Wohlstand aufgrund eines glücklichen Ausgangs der Investition und konsumieren bereits vorher entsprechend viel.

4.4.2 Investitionsniveau

Im Durchschnitt wird nur etwas mehr als die Hälfte des zur Verfügung stehenden Betrages S_1 i x_1 in die riskante Anlagemöglichkeit investiert ($y = 5;91$). Abbildung 4.3 zeigt (hintereinander) den Durchschnitt der gewählten Investitionsniveaus y im Vergleich zum optimalen Investitionsniveau y^* sowie die jeweils zur Verfügung stehenden Mittel S_1 i x_1 (vertikale Achse) für die 12 Runden (horizontale Achse).

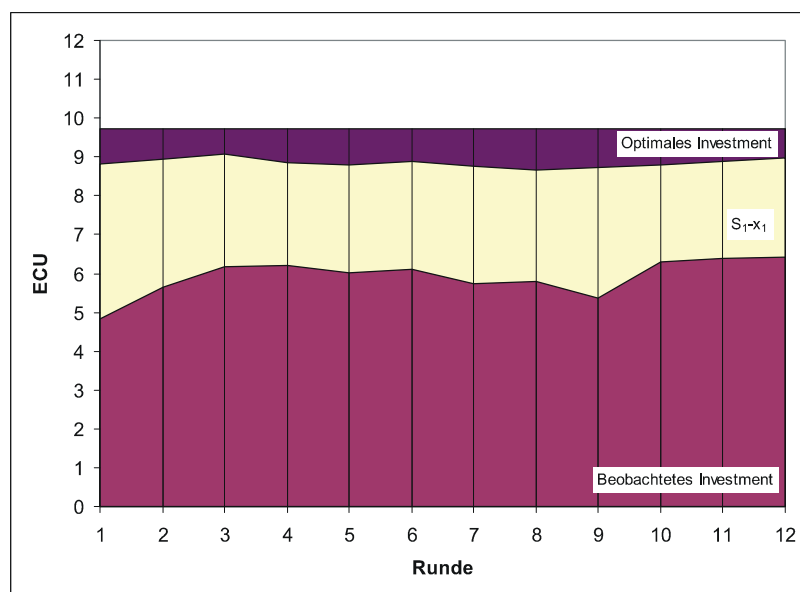


Abbildung 4.3: Durchschnittliches Investitionsniveau y , zur Verfügung stehende Mittel S_1 i x_1 und optimales Investitionsniveau y^*

Es ist zu beobachten, daß sich dieses Niveau nicht wesentlich über die 12 Runden ändert, d.h. bei den Teilnehmern kann, allem Anschein nach, kaum Lernverhalten in Richtung höherer Investitionen beobachtet werden. Die Daten zeigen, daß höhere Investitionen im Durchschnitt auch zu höheren Auszahlungen führen (siehe **Abbildung 4.4**, in der außer allen Datenpunkten auch eine Regressionslinie eingezeichnet ist).

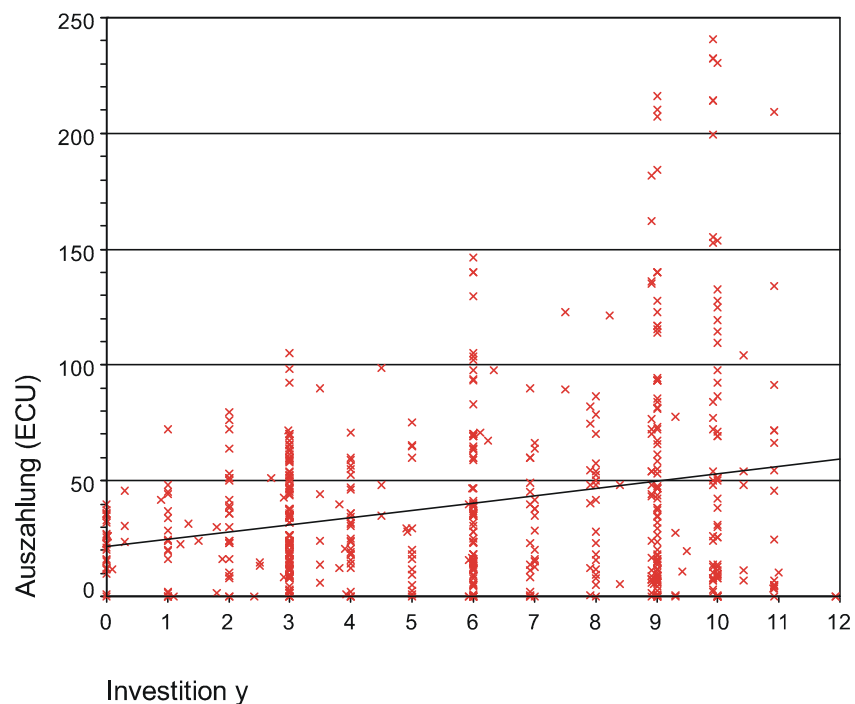


Abbildung 4.4: Investition und resultierende Auszahlungen

Von den insgesamt $50 \cdot 12 = 600$ Spielen ist lediglich in 224 (37; 33%) Fällen voll investiert worden, d.h. $y = 11; 92 \mid x_1$. Wie das absolute Investitionsniveau y bzw. relative Investitionsniveau $y = (11; 92 \mid x_1)$ vom Auszahlungstyp (A- und R-Typ) bzw. von Erfahrung (erster und zweiter Zyklus) abhängt wird in Tabelle 4.1 dargestellt. Die Anzahl derer, die sich für die zufällige Auszahlung entschieden haben, ist in diesem Experiment mit $N = 5$ recht gering, daher ist ein Vergleich dieser beiden Kategorien kaum möglich. Vielleicht führt die zusätzliche unsichere Investitionsmöglichkeit dazu, daß die Teilnehmer versuchen, andere Risiken zu minimieren.

	Auszahlungstyp					
	A (N=45)		R (N=5)		beide (N=50)	
	1: Zyklus	2: Zyklus	1: Zyklus	2: Zyklus	1: Zyklus	2: Zyklus
y	5,86	6,11	5,50	5,05	5,83	6,00
$y = (11; 92 \mid x_1)$,66	,69	,59	,55	,65	,68

Tabelle 4.1: Absolutes bzw. relatives Investitionsniveau

In Abbildung 4.5 haben wir dargestellt, wieviele verschiedene Investitionsniveaus die Teilnehmer während der 12 Runden gewählt haben. Keiner der Teilnehmer hat dabei in jeder der 12 Runden ein anderes Niveau gewählt, und nur ein Teilnehmer hat jedesmal dasselbe Investitionsniveau gewählt (dieses war $y = 3;00$ ECU). Die meisten Teilnehmer haben zwischen 3 und 5 verschiedenen Niveaus gewählt. Die Anzahl verschiedener Niveaus nimmt allerdings mit Erfahrung ab, so fällt der Durchschnitt verschiedener y -Level von 3;4 im ersten Zyklus auf 2;6 im zweiten Zyklus.

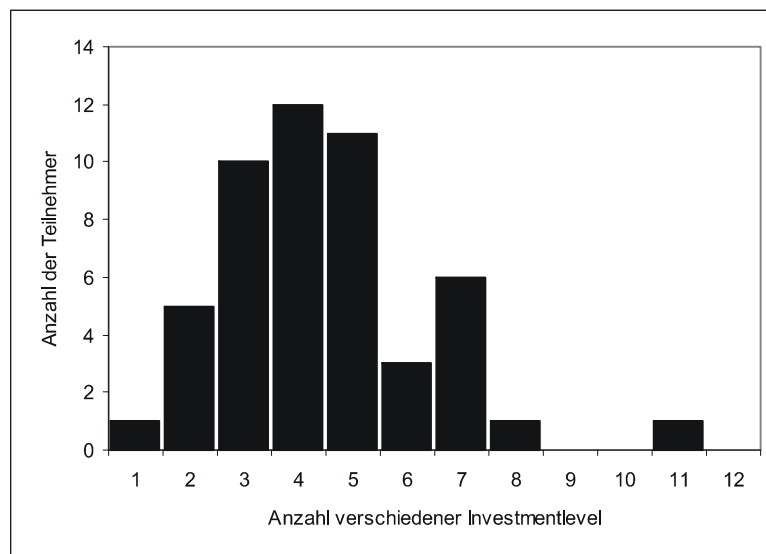


Abbildung 4.5: Anzahl verschiedener Investitionsniveaus

Darüber hinaus muß man berücksichtigen, daß natürlich auch bei der Entscheidung für die Investition y oft prominente Zahlen gewählt werden. Die am häufigsten gewählten Investitionsniveaus werden in Tabelle 4.2 dargestellt. Dabei scheint auffällig, daß besonders gerne Investitionsniveaus gewählt werden, die nicht nur prominent sind, sondern deren Auszahlung auch wieder eine prominente Zahl ergibt (in diesem Fall also die durch 3 teilbaren Zahlen 3;00, 6;00 und 9;00).

Prominente Niveaus	Anzahl
3;00	104
4;00	28
6;00	86
9;00	80
9;92	26
10;00	39
Gesamt	363=600

Tabelle 4.2: Prominente Zahlen der Investitionsentscheidung y

In Abbildung 4.6 sind die durchschnittlichen Entscheidungen, sowie die Häufigkeiten des Auftretens der verschiedenen Zellen des Spiels dargestellt. Von den insgesamt 600

Spiele war die Investition in 411 Fällen „glücklich“, in 189 Fällen wurde der Investitionsbetrag reduziert. Die durchschnittlichen initialen Entscheidungen sind ; $x_1 = 3;07$ bzw. ; $y = 5;91$. Wie außerdem zu erkennen ist, scheinen die Reaktionen der Teilnehmer auf die Informationen im Durchschnitt auch hier (vgl. auch erste und zweite experimentelle Analyse) wieder exakt in den richtigen Relationen zueinander stehen.

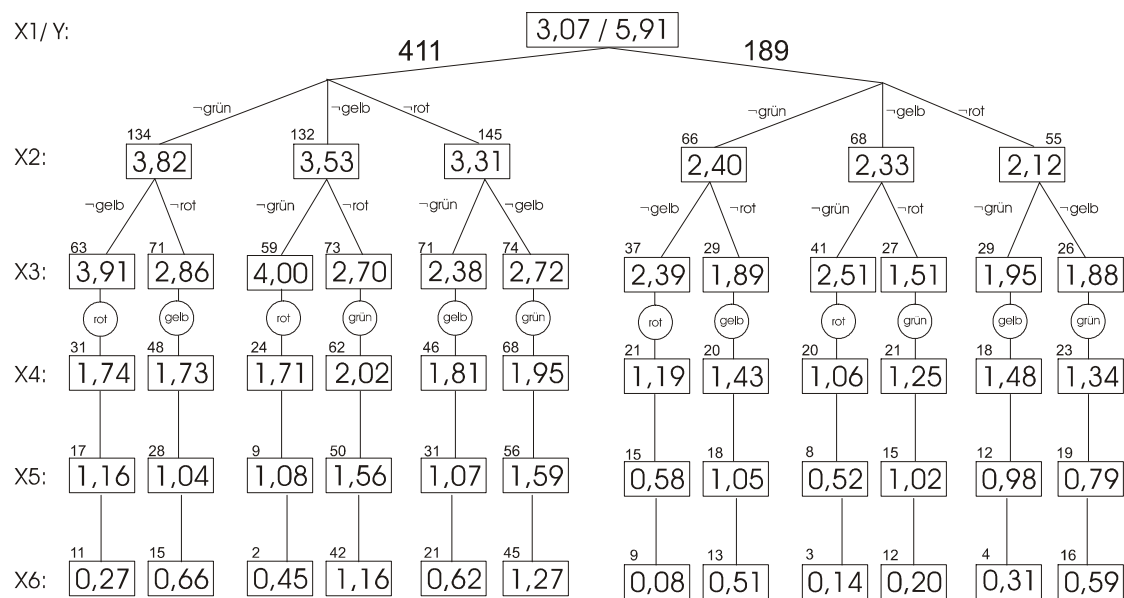


Abbildung 4.6: Beobachtete Mittelwerte für alle Entscheidungen

In mehreren experimentellen Studien, die Risikoeinstellungen untersucht haben, konnte ein Geschlechtereffekt festgestellt werden. Normalerweise stellt sich dabei heraus, daß Frauen nicht so hohe Risiken eingehen wie Männer. An unserem Experiment haben insgesamt 12 Frauen und 38 Männer teilgenommen. Tatsächlich konnte auch hier der Geschlechtereffekt bestätigt werden. Das durchschnittliche Investitionsniveau y lag bei den männlichen Teilnehmern mit ; $y = 6;53$ signifikant höher als bei den weiblichen Teilnehmern mit ; $y = 4;00$ (Mann-Whitney-U Test $p = 0;003$).

Einfache Lerntheorien (wie z.B. „Reinforcement Learning“ von Bush und Mosteller, 1955) sollten im Fall von „glücklichen“ Investitionen dazu führen, daß im weiteren Verlauf des Experiments höhere Investitionsniveaus gewählt werden. In Tabelle 4.3 betrachten wir das Verhalten nach „glücklichem“ bzw. „unglücklichem“ Ausgang der Investition und untersuchen dann, ob die Investitionsneigung in der darauf folgenden Periode zunimmt ($y_t > y_{t-1}$), abnimmt ($y_t < y_{t-1}$) oder gleich bleibt ($y_t = y_{t-1}$). Der Anteil von 67;8% der Fälle, in denen die Investition verringert wurde oder gleich bleibt (also $y_{t-1} \geq y_t$) ist bei vorherigem „Pech“ ein wenig geringer als der Anteil von 72;6% bei vorherigem „Glück“.

	„Pech“ in t_{j-1}		„Glück“ in t_{j-1}		Gesamt
$y_{t_{j-1}} > y_t$	37	(21,1%)	97	(25,6%)	134
$y_{t_{j-1}} = y_t$	79	(46,2%)	178	(47,0%)	257
$y_{t_{j-1}} < y_t$	55	(32,2%)	104	(27,4%)	159
Gesamt	171	(100,0%)	379	(100,0%)	550

Tabelle 4.3: Lernverhalten bei der Investitionsentscheidung

4.4.3 Konsumententscheidungen bei unsicherem Zeithorizont

Da nach der Periode $t = 3$ alle folgenden Perioden wegen der anzuwendenden Terminationswahrscheinlichkeit unsicher sind, sollte eine einfache Heuristik dazu führen, daß die Ausgaben für spätere im Gegensatz zu aktuellen Perioden reduziert werden ($x_t > x_{t+1}$ für $3 \leq t \leq 5$). Wie in Tabelle 4.4 zu sehen ist, unterscheiden sich die Zahlen nicht wesentlich von denen der beiden vorangegangenen Experimente (beispielsweise erfüllen 40;4% aller 193 Spiele, die $T = 6$ erreicht haben, das Kriterium $x_3 > x_4 > x_5 > x_6$, betrachtet man das schwächere Kriterium $x_3 \geq x_4 \geq x_5 \geq x_6$ sind es 74;1%). Viele Teilnehmer entscheiden sich also trotz des unsicheren Zeithorizonts den Konsum in diesen Perioden zu glätten.³

	Fälle	%		Fälle	%		Fälle	%
$T \leq 4$	402	100,0	$T \leq 5$	278	100,0	$T = 6$	193	100,0
$x_3 > x_4$	293	72,9	$x_3 > x_4 > x_5$	146	52,5	$x_3 > x_4 > x_5 > x_6$	78	40,4
$x_3 \geq x_4$	370	92,0	$x_3 \geq x_4 \geq x_5$	226	81,3	$x_3 \geq x_4 \geq x_5 \geq x_6$	143	74,1
$T \leq 5$	278	100,0	$T = 6$	193	100,0			
$x_4 > x_5$	199	71,6	$x_4 > x_5 > x_6$	108	70,6			
$x_4 \geq x_5$	251	90,3	$x_4 \geq x_5 \geq x_6$	158	81,9			
$T = 6$	193	100,0						
$x_5 > x_6$	147	76,1						
$x_5 \geq x_6$	171	88,6						

Tabelle 4.4: Konsumententscheidungen bei unsicherem Zeithorizont

4.5 Selbstselektion und intertemporales Entscheidungsverhalten

Zusätzlich zu den gezeigten Unterschieden zwischen A- und R-Typen (Durschnitts- und Zufallstypen), wollen wir uns fragen, ob Teilnehmer mit hohem bzw. niedrigem Investitionsniveau oder mit hoher bzw. geringer Varianz der Investitionen in ihrem Sparverhalten

³In der zweiten experimentellen Analyse wäre dies ein sinnvolles Vorgehen, hier kann man dies aber wiederum allenfalls als extrem risikofreudiges Verhalten betrachten.

zu unterscheiden sind. Zu diesem Zweck brauchen wir einige Maße des intertemporalen Entscheidungsverhaltens, die uns einen Vergleich ermöglichen sollen:

$$c = \frac{x_1 + x_2 + x_3}{11;92 \text{ \$ } y=3} : \text{Anteil des Konsums in den ersten drei Perioden}^4$$

an den zur Verfügung stehenden Mitteln 11;92 \$ y=3

$$S_6 : \text{Restbetrag für den Konsum } x_6 \text{ in Periode 6}$$

$$y_i : \text{Durchschnittliches individuelles Investitionsniveau}$$

$$v_i = \frac{1}{11} \sum_{t=1}^{11} |y_t - y_{t+1}| : \text{Volatilität der individuellen Investitionsniveaus über die Runden}$$

Als erstes unterscheiden wir die Runden nach solchen, in denen ein geringes Investitionsniveau (kleiner als der Durchschnitt $y < \bar{y}$) bzw. hohes Investitionsniveau (größer als der Durchschnitt $y > \bar{y}$) gewählt wurde. Weiterhin unterscheiden wir nach Runden, in denen die Investition erfolgreich bzw. nicht erfolgreich verlaufen ist. Verglichen mit den optimalen Konsumlevels c der ersten drei Perioden $c^a = 0;80$ für „Glück“ und $c^a = 0;54$ für „Pech“ reagieren die Teilnehmer nicht so sensitiv auf den Erfolg der Anlage. Trotz der geringen absoluten Unterschiede (vgl. Tabelle 4.5) sind die c -Werte für „Glück“ signifikant größer als die im Fall von „Pech“ (Mann-Whitney-U Test: bei geringem Investitionsniveau $p = ;088$; bei hohem Investitionsniveau $p = ;011$; über alle Daten $p = ;004$).

	$y < \bar{y}$ (geringe Investitionen)		$y > \bar{y}$ (hohe Investitionen)	
	Pech	Glück	Pech	Glück
$\frac{x_1 + x_2 + x_3}{11;92 \text{ \$ } y=3}$;73	;76	;71	;73
S_6 (wenn $t = 5$)	0;56	0;68	0;28	1;12
Anteil $x_t > x_{t+1}$ ($t > 3$)	;77	;76	;73	;66

Tabelle 4.5: Maße bei hohen bzw. niedrigen Investitionsniveaus

Betrachten wir nun den Restbetrag S_6 für den Konsum in der 6. Periode, dieser kann jedesmal erhoben werden, falls ein Spieler mindestens die 5. Periode erreicht hat. Der durchschnittliche Unterschied $4S_6$ von S_6 für „Glück“ und „Pech“ ist für hohe Investitionsniveaus ($y > \bar{y}$) natürlicherweise sehr viel höher als für geringe Investitionsniveaus ($y < \bar{y}$). Verglichen mit der optimalen Differenz $4S_6^a = 1;54$ für den Fall optimaler Investition $y^a = 9;73$ ist die beobachtete Differenz $4S_6^b = 0;84$ aber auch für hohe Investitionen zu gering.

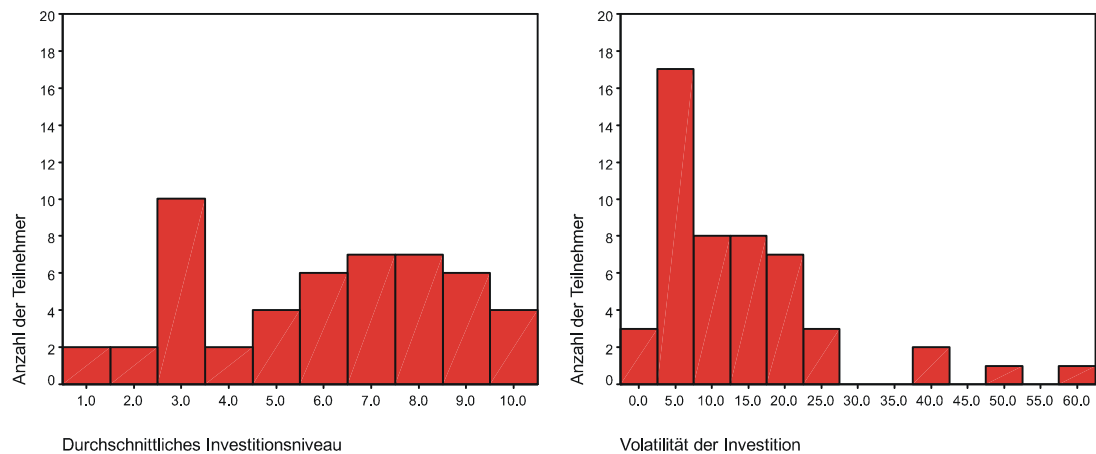


Abbildung 4.7: Histogramm der individuellen Investitionsniveaus y_i sowie der Volatilität v_i

Nun wollen wir die durchschnittlichen individuellen Investitionsniveaus über alle 12 Runden y_i sowie die Volatilität, also die durchschnittliche Veränderung der Investitionsniveaus (siehe oben für die Definition) v_i betrachten. Die Verteilung der Investitionsniveaus y_i über alle 50 Teilnehmer hat zwei Spitzen (erstens bei $y_i = 3$ und zweitens eine breitere Spitze bei $y_i = 7$ und 8). Die Abbildung 4.7 zeigt die beiden Verteilungen von y_i (links) und von der Volatilität der individuellen Investitionen v_i (rechts) über die 12 Runden.

Die durchschnittliche Volatilität liegt für alle 50 Teilnehmer bei $v_i = 13,78$. Die durchschnittliche Volatilität v_i ist für Teilnehmer mit hohen Investitionsniveaus y_i mit $v_i = 14,79$ natürlicherweise höher als für Teilnehmer mit geringen Investitionsniveaus, nämlich $v_i = 12,69$. Die Verteilungen von v_i sind allerdings nicht signifikant voneinander verschieden (Mann-Whitney-U Test, $p = 0,225$). Die normative Verhaltenstheorie bzw. die optimale Lösung würden hingegen $v_i^* = 0$ implizieren.

Anzahl Teilnehmer		Durchschnittliches Investitionsniveau		
		gering ($\bar{y} < 5,91$)	hoch ($\bar{y} > 5,91$)	Σ
$v_i = \frac{1}{12} \sum_{t=1}^{12} y_{t,i} - y_{t+1,i} $	gering (< 13,78)	16 (14)	14 (16)	30
	hoch (> 13,78)	8 (10)	12 (10)	20
	Σ	24	26	50

Tabelle 4.6: Verschiedene Typen von Teilnehmern

In Tabelle 4.6 wollen wir analysieren, ob ein Zusammenhang zwischen hohem und geringem Investitionsniveau bzw. hoher und geringer Volatilität besteht, indem wir die Teilnehmer in die vier Kategorien einteilen. Um die Unabhängigkeit zu überprüfen, vergleichen wir die tatsächlichen Werte aus der Tabelle mit den von Unabhängigkeit implizierten Werten (in Klammern). In allen Fällen weichen die Werte nur um zwei Teilnehmer ab, es besteht also keine eindeutig von der Unabhängigkeit abweichende Tendenz.

Anteil $x_t > x_{t+1}$ ($t > 3$)	Durchschnittliches Investitionsniveau		
	gering ($\bar{y} < 5.91$)	hoch ($\bar{y} > 5.91$)	\bar{S}
$\bar{P}_{j t \leq 1} \quad y_t \leq y_{t+1}$ gering (< 13.78)	:76	:67	:72
hoch (> 13.78)	:75	:67	:71
\bar{S}	:76	:67	:72

Tabelle 4.7: Anteil $x_t > x_{t+1}$ ($t > 3$) für die jeweiligen Teilnehmertypen

Betrachten wir nun noch einmal den Konsum in den unsicheren Perioden ($t > 3$). In Tabelle 4.7 fragen wir uns für die verschiedenen Typen von Teilnehmern, wie oft das Kriterium $x_t > x_{t+1}$ ($t > 3$) eingehalten wurde und ob Unterschiede abhängig vom Investitionsniveau festzustellen sind. Wir vergleichen die prozentuale ($x_t > x_{t+1}$)–Verteilung für Investoren mit geringem und hohem Investitionsniveau. Obwohl für Teilnehmer mit hohem Investitionsniveau eine geringere Rationalitätsquote beobachtet werden kann, sind die Unterschiede nicht signifikant (Mann–Whitney–U Test, $p = .258$). Die geringere Rationalitätsquote bei Investoren mit hohem Investitionsniveau scheint besonders bei hohen, aber nicht erfolgreichen Investitionen aufzutreten.⁵ Das weniger sorgfältige Verhalten könnte durch Frustration oder Ärger über den schlechten Ausgang der Investition hervorgerufen sein.

4.6 Zusammenfassung der dritten experimentellen Analyse

In dieser Version des Experiments wurden die Versuchspersonen mit einem hochstochastischen Problem konfrontiert, in dem Unsicherheit teilweise aufgelöst wird (durch den Ausschluß von Würfeln) und teilweise bestehen bleibt (ob das Leben mit $T = 3; 4; 5$ oder 6 Periode endet). Zusätzlich konnten die Teilnehmer freiwillig eine weitere Unsicherheit auf sich nehmen, nämlich mehr oder weniger viel von dem Betrag $11; 92 \leq x_1$ in eine profitable, aber riskante Anlagemöglichkeit investieren. Diese im Vergleich zum ersten Experiment zusätzliche Anlagemöglichkeit hat dazu geführt, daß die Teilnehmer ihren Konsum in der ersten Periode erhöht haben, obwohl die optimale Lösung hier qualitativ eine andere Voraussage macht.

Aus unserer Sicht ist dieses Design von allem aus zwei Gründen interessant: Erstens kann man die Risikoeinstellung bezüglich des Investitionsverhaltens in einer natürlichen Umgebung mit weiteren schwer kalkulierbaren Risiken untersuchen. In den meisten experimentellen Studien (vgl. die Zusammenfassung von Camerer, 1995) wurde die Risikoeinstellung lediglich in von weiterem Risiko separierten Situationen (z.B. der Wahl von Lotterien, vgl. Davis und Holt, 1993) untersucht. Aufgrund der Wiederholung des Experiments können wir auch untersuchen, wie beständig das Investitionsverhalten auf Dauer ist. Die meisten Investitionsniveaus, nämlich $58; 5\%$ bewegen sich innerhalb des Intervalls $0 < y < 11; 92 \leq x_1$. Die meisten Teilnehmer sind also weder extrem risikoavers ($y = 0$) noch voll risikobejahend ($y = 11; 92 \leq x_1$). Die relativ hohe durchschnittliche individuelle Volatilität der Investitionen ($v = 13; 78$) über die 12 Runden deutet darauf

⁵vgl. Tabelle 4.5, in der die gleiche Analyse auf Basis einzelner Spiele durchgeführt wurde.

hin, daß die individuellen Risikoeinstellungen sehr instabil oder aufgrund bestimmter Ereignisse geändert werden, also pfadabhängig sind (wofür die normative Theorie keine Erklärungsmöglichkeiten anbietet).

Zweitens bietet uns das Experimentdesign zusätzlich zu der Unterscheidung in A- und R-Typen eine weitere (kontinuierliche) Screening-Variable. Lediglich 5 der 50 Teilnehmern haben den R-Auszahlungsmodus (Zufallsauszahlung) gewählt. Diese haben sowohl absolut als auch relativ weniger investiert als Teilnehmer, welche die Durchschnittsauszahlung (A-Modus) gewählt haben. Da die Wahl des R-Modus eine zusätzliche Unsicherheit bedeutet, scheinen die Teilnehmer hier auf weitere Unsicherheiten verzichten zu wollen.

Die detaillierte Analyse von Investoren mit hohem bzw. niedrigem Investitionsniveau zeigte keine auffallenden Unterschiede im intertemporalen Entscheidungsverhalten bezüglich der Parameter c , S_6 und v . Was sich eher bemerkbar macht ist, ob die Investition „glücklich“ oder „unglücklich“ verlaufen ist, was natürlich nur bei entsprechend hohen Investitionen relevant ist. Es zeigt sich, daß individuelle Risikoeinstellungen meist nicht konsistent über die Zeit sind. Speziell kann die Risikoeinstellung bei freiwillig gewählten Risiken (hier bei der Entscheidung über die Investition y) anders sein, als bei exogen vorgegebenen Risiken (hier bezüglich der „Lebenslänge“ $T = 3; 4; 5$ oder 6 Perioden).

Kapitel 5

Design und Evaluation eines Experiments im Internet

5.1 Einleitung

Seit einiger Zeit nutzen Psychologen das Internet als Instrument für die sozialpsychologische Forschung (siehe z.B. Reips, 1997). So können einige Nachteile von Labor-Experimenten durch Internet-Experimente behoben werden. Beispielsweise bietet das Internet einen sehr großen potentiellen Teilnehmerkreis, der auch in Bezug auf Bildung, Beruf, Alter etc. im Vergleich zu den meisten Laborexperimenten sehr heterogen ist. Die Rekrutierung der Teilnehmer für Laborexperimente wird dagegen häufig so durchgeführt, daß sich größtenteils Studenten einer Universität oder Fakultät zusammenschließen. Im Internet kann auch die oft geforderte „double blindness“ zwischen Experimentator und Teilnehmer sehr gut gewährleistet werden, d.h. Experimentator und Teilnehmer kennen sich nicht untereinander. Weiterhin müssen in einem Labor-Experiment alle Teilnehmer gleichzeitig zu einem bestimmten Termin präsent sein, während sie im Internet ein Experiment asynchron starten können, ohne daß ständig ein Experimentator anwesend sein muß. Diese potentiellen Vorteile legen den Versuch nahe Internet-Kommunikation für die Experimentelle Wirtschaftsforschung zu nutzen. Allerdings haben ökonomische Experimente im Gegensatz zu ihren psychologischen Entsprechungen spezielle Anforderungen, z.B. das generelle Konzept der monetären Motivation, also dem Bezahlen der Teilnehmer. Um dies zu gewährleisten, erwachsen große technische und organisatorische Herausforderungen. Weiterhin ist zu berücksichtigen, welche Auswirkungen die Umgebung, also das Labor im Gegensatz zu dem Verwenden eines Webbrowsers an irgendeinem Ort in der Welt auf das Verhalten der Teilnehmer hat. Um dies herauszufinden wollen wir die Ergebnisse des Internet-Experiments mit Resultaten aus dem Labor vergleichen.

Im folgenden beschreiben wir unsere Erfahrungen mit dem Design und der Durchführung des Internet-Experiments (siehe auch Schmidt, 1998). Dabei konzentrieren wir uns auf zwei Schwerpunkte. Als erstes diskutieren wir die organisatorischen und Software-Design Entscheidungen, auf die wir großen Wert gelegt haben, um die Anforderungen der Experimentellen Wirtschaftsforschung möglichst gut umzusetzen. Im zweiten Teil werden die Daten analysiert, die wir aus diesem Experiment erhalten haben und vergleichen sie mit einem Labor-Experiment, in dem wir dieselbe Software verwendet haben.

5.2 Experimentdesign

Das aus der ersten Analyse bekannte Experiment schien uns aus mehreren Gründen für die Umsetzung als Internet-Experiment sehr gut geeignet zu sein. Da es sich um ein Experiment des individuellen Entscheidungsverhaltens handelt, entfällt der Koordinationsaufwand zwischen mehreren Teilnehmern. Ein interessantes Merkmal des Experiments ist außerdem, daß es analytisch praktisch unmöglich ist, die optimale Strategie (für Risikoneutralität) zu berechnen. Im Gegensatz zur ersten experimentellen Analyse haben wir für diese Studie allerdings einige kleinere Änderungen am Design vorgenommen:

- ² Die Auswahl zwischen den Auszahlungstypen (Durchschnitt aller 12 gespielten Runden oder eine zufällig ausgewählte Runde) wurde auf die Auszahlung des Durchschnitts beschränkt, da der Zufallszug nicht vertrauenswürdig durchgeführt werden konnte (in den ersten drei Experimenten wurde dieser mit einem 12-seitigen Würfel vor den Augen der Teilnehmer durchgeführt).
- ² Es wurde auf die Abfrage von Planungsdaten für zukünftige Perioden verzichtet.
- ² Es wurde kein Persönlichkeits- bzw. Situationsfragebogen verwendet, es wurden lediglich einige Persönlichkeitsmerkmale und die Zusatzfragen nach dem Experiment aufgenommen.
- ² Die Teilnehmer mußten auch für die 6. Periode entscheiden, obwohl es hier offensichtlich ist, den gesamten Restbetrag auszugeben (dies wurde aufgrund der Erfahrungen aus dem ersten Experiment so entschieden).
- ² Der Würfelausschuß wurde mit Hilfe von unabhängigen Zufallszügen durchgeführt (es existierten also nicht die beiden zufällig permutierten Zyklen aller initialen Zufallszüge).
- ² Es war kein Taschenrechner über ein Menü erreichbar.

Die meisten dieser Veränderungen zielten darauf ab, die Größe des Programms sowie der Entscheidungsdaten zu reduzieren, um die Wartezeiten bei der Datenübertragung möglichst gering zu halten. Einige dieser Änderungen (speziell das Auslassen der Planungsdaten) können natürlich Einfluß auf das beobachtete Verhalten haben. Aus diesem Grund haben wir ein Vergleichsexperiment mit derselben Software im Labor (Intranet) durchgeführt. Ein Vergleich der beiden Datensätze ist Bestandteil dieses Kapitels.

5.3 Software-Design des Internet-Experiments

Es gibt verschiedene fundamentale Anforderungen für die Experimentelle Wirtschaftsforschung (siehe z.B. Friedman und Sunder, 1994). Wir haben versucht, diese Anforderungen so gut wie möglich zu erfüllen. Insbesondere wollten wir die Vergleichbarkeit zu dem analogen Laborexperiment herstellen, bei dem individuelle Entscheidungen untersucht werden sollen. Allerdings gibt es dabei Anforderungen, die man über das Internet nicht gewährleisten kann. Man kann beispielsweise nicht ausschließen, daß das Experiment anstatt von einer einzelnen Person von einer Gruppe von Individuen durchgeführt wird.

5.3.1 Ein Überblick

Einen Überblick über den Ablauf des Experiments zeigt **Abbildung 5.1**. Horizontale Pfeile beschreiben dabei die Hauptinteraktionen zwischen den Benutzern (Teilnehmer und Administrator) und dem Server (der hier gleichzeitig als Web- und Datenbankserver fungiert). Die Implementierung folgt also einem Client-Server Prinzip, zwischen denen Standard-Internetprotokolle verwendet werden. Als Client dient in unserem Fall ein Standard-Webbrowser (z.B. Netscape Navigator oder Microsoft Internet Explorer). Dieser Browser bietet die Möglichkeit sowohl einfache Dokumente, als auch verschiedenen Eingabefelder darzustellen und die Eingaben dann (mit Hilfe der Hypertext-Markup Language (HTML) oder JAVA-Programmen) an einen bestimmten Server zu schicken.

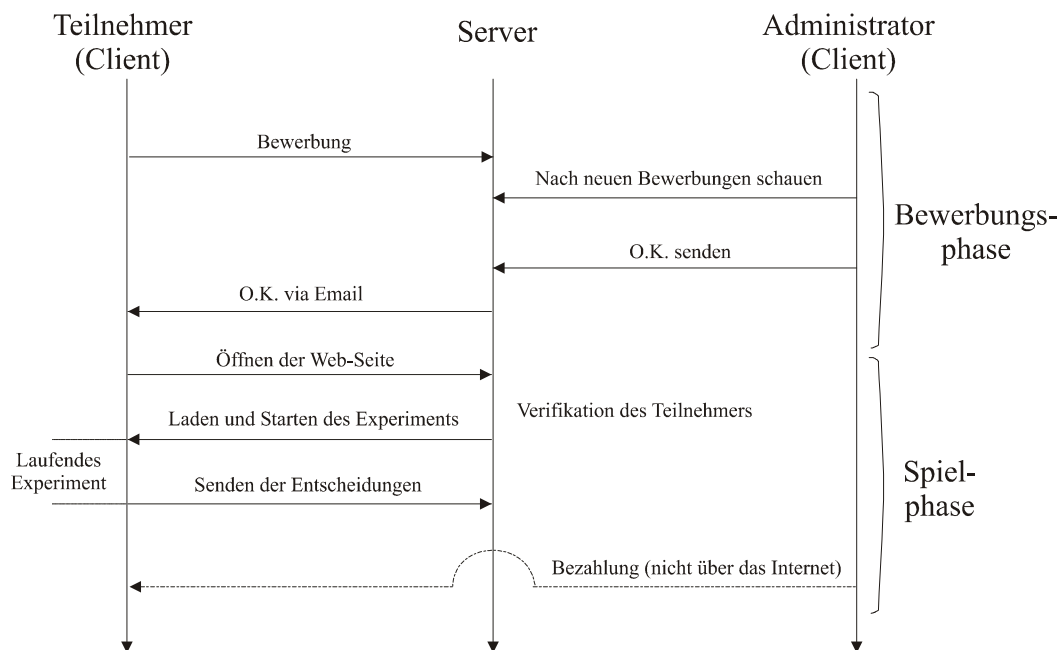


Abbildung 5.1: Interaktionen zwischen Clients und Server während des Experiments

Wir haben das gesamte Experiment in zwei Phasen eingeteilt, die Bewerbungs- und die eigentliche Spiel-Phase. Die Bewerber können sich an einer bestimmten Adresse im Internet für das Experiment bewerben. Dabei ist es erforderlich, daß sie ihre E-Mail Adresse, den Ort und das Bundesland, von dem aus sie sich bewerben, sowie den Typ und die Kosten ihrer Internet-Verbindung angeben.

Die Administration des Experiments geschieht ebenfalls über eine Web-Schnittstelle der Datenbank. Der Administrator überprüft täglich die eingegangenen Bewerbungen. Die Bewerber werden bei Annahme per E-Mail informiert und erhalten darin die Internet-Adresse des eigentlichen Experiments und ein Paßwort, daß zum Beginn des Experiments abgefragt wird.

Nachdem die Teilnehmer angenommen wurden, hatten sie eine Woche Zeit, um das Experiment zu starten. Nachdem sie die Internet-Adresse angewählt haben, erwartet sie als erstes eine Beschreibung des Experiments. Am Fuße der Seite befindet sich ein Knopf, der ein weiteres Fenster öffnet, in das die Teilnehmer dann ihre eigentlichen Entscheidungen eingeben können (vgl. **Abbildung D.2** im Anhang). Die Instruktionen

bleiben dabei über die gesamte Experimentdauer in dem normalen Browser–Window sichtbar. Vor der ersten Runde des Experiments müssen die Teilnehmer einen kurzen Fragebogen zu ihrer Person beantworten, in dem wir nach Alter, Geschlecht, Bildung und Beruf gefragt haben. Außerdem wurden die Teilnehmer jetzt nach ihren Bankdaten gefragt, die für die Bezahlung notwendig waren. Nach jeder der 12 Runden wurden die Entscheidungsdaten zum Server geschickt. Am Ende wurde ihnen ein weiterer kurzer Fragebogen zum Verständnis des Experiments vorgelegt, in dem sie auch einen kurzen positiven und negativen Kommentar abgeben konnten.

Ein wichtiger Aspekt unseres Designs ist, daß die Teilnehmer das Experiment (wie in einem normalen Laborexperiment üblich) ohne Unterbrechung spielen sollten. So wurde jedes Paßwort nach einmaliger Benutzung gesperrt. Ein erneutes Einloggen war nur auf Anfrage möglich. Wir haben uns für diese Prozedur entschieden, da wir wollten, daß die Teilnehmer, ähnlich wie im Labor, ohne Unterbrechung durchspielen. Sie sollten nicht nach Lesen der Instruktionen und Kennenlernen des Spiels, erst sehr viel später (möglicherweise nach tagelangem Berechnen der optimalen Lösung) das Experiment spielen. Trotzdem haben wir keine Zeitbeschränkung für das Experiment gegeben, lediglich ein Teilnehmer hat diese Freiheit genutzt und länger als die als Richtwert angegebene Spieldauer von einer Stunde gespielt.

5.3.2 Auswahl der Teilnehmer

Das Experiment wurde über verschiedene Internet Dienste angekündigt (z.B. Mailing–Listen, Newsgroups, WWW–Seiten und Suchmaschinen)¹. Jeder, der folgende Voraussetzungen erfüllt hatte, konnte sich bei unserem Experiment bewerben:

- ² Internet–Verbindung mit persönlichem E–Mail Account
- ² Internet–Browser mit JAVA–Funktionalität
- ² Bankverbindung in Deutschland
- ² gute Kenntnisse der deutschen Sprache

Da wir mehr Bewerber als die angestrebten 50 Teilnehmer hatten, haben wir einen Auswahlprozeß vorgeschaltet. Dabei wollten wir verhindern, daß dieselbe Person sich mehr als einmal anmeldet oder daß zwei Teilnehmer sich untereinander kennen. Um dies zu erreichen, wollten wir nur Bewerber aus verschiedenen Internet–Domains (E–Mail bzw. Remote–Client Adresse) bzw. aus verschiedenen Orten zulassen.

Der Administrator hat die Teilnehmer also auf Grund der verschiedenen übertragenen Bewerber–Attribute ausgewählt (E–Mail, Ort, Art und Kosten der Internetverbindung sowie HTTP–Header einschließlich der Art des Browsers). Genauer haben wir keine Personen zugelassen, bei denen eine doppelte Anmeldung nicht ausgeschlossen werden konnte. Wir haben daher keine Personen zugelassen, die einen Mail–Alias (z.B. Webmaster) oder einen freien E–Mail Account (z.B. Hotmail) verwendet haben. Weiterhin haben wir nicht mehr als drei Bewerber aus ein- und derselben Internet–Domain zugelassen.

¹ Leider haben wir unsere Teilnehmer nicht danach gefragt, wie sie von unserem Experiment gehört haben. Dies hätte uns einen guten Überblick darüber gegeben, welches die effektivste Werbemethode ist. Dies ist eine Frage von generellem Interesse im Internet.

Da wir nicht sicher sein konnten, daß alle akzeptierten Teilnehmer auch tatsächlich das Experiment starten, haben wir bei der Zulassung der Bewerber einen iterativen Prozeß verwendet. Insgesamt hatten wir 126 Bewerber, von denen wir 86 angenommen und 40 zurückgewiesen haben. Von den akzeptierten Bewerbern haben 30 das Experiment nicht gestartet. 6 Datensätze konnten aufgrund von technischen Problemen nicht verwendet werden. Daraus resultiert, daß letztendlich Daten von 50 Teilnehmern aus dem Internet analysiert werden konnten.

5.3.3 Bezahlung der Teilnehmer

In der Experimentellen Wirtschaftsforschung sollen die Teilnehmer relativ zu ihrem Erfolg bezahlt werden. Durch Vorschaltung der expliziten Bewerbungsphase konnten wir die Anzahl der Teilnehmer so begrenzen, daß unser Budget nicht überschritten wurde. Im Gegensatz dazu wurde bei vorherigen Experimenten im Internet meist jedem Besucher der Seite erlaubt teilzunehmen, um dann nur eine zufällig ausgeloste Teilmenge der Teilnehmer zu bezahlen. Es war uns sehr wichtig, daß jedem unserer Teilnehmer eine Auszahlung garantiert wird. Wir denken, daß wir dadurch ein höheres Vertrauen in den Experimentator erreichen und eine zusätzliche Stochastik zwischen Erfolg und Auszahlung vermeiden konnten. Diese Maßnahme sollte das seriösere Verhalten der Teilnehmer weiter fördern.

Als Zahlungsmethode haben wir Banküberweisungen gewählt. Um die Kosten gering zu halten, mußten wir uns auf Überweisungen innerhalb Deutschlands beschränken, welche kostenlos sind. Der Durchschnitt aller 12 Runden wurde auf diese Weise an aller Teilnehmer ausbezahlt.

In diesem Zusammenhang müssen die verschiedenen Kostenstrukturen der Teilnehmer beachtet werden. Diese sind aufgrund der verschiedenen Zugangsgebühren und Verbindungstypen im Internet zu berücksichtigen. So gibt es viele Teilnehmer, die einen freien Internet-Zugang haben, da sie sich über eine Universität oder ihre Firma einloggen. Andere Teilnehmer müssen dagegen bei ihrem Provider Kosten abhängig von Verbindungszeiten tragen. Private Anwender, die sich mit ihrem Modem ins Internet verbinden lassen, müssen mindestens die Gebühren für den Ortstarif im Telefonnetz bezahlen. Diese verschiedenen Kostenstrukturen können natürlich das Verhalten beeinflussen. Beispielsweise könnte sich ein Teilnehmer mit sehr hohen Kosten pro Minute veranlaßt sehen, sehr schnell zu spielen. Um dieses Problem mit in Betracht zu ziehen, haben wir während der Bewerbungsphase die fixen und variablen Verbindungskosten mit abgefragt. Wir haben die Bewerber unabhängig von ihren Verbindungskosten zugelassen, die Informationen lassen uns aber die Chance, diesen Einfluß zu messen.

5.3.4 Kontrolle über die Teilnehmer

Um möglichst alle beobachteten Effekte auf ihren Ursprung zurück führen zu können, versucht man im Labor möglichst viel Kontrolle über die experimentelle Umgebung zu behalten. Durch die Laborumgebung haben wir in diesem Experiment insbesondere folgende Punkte sicherzustellen:

- ² Teilnehmer dürfen nicht miteinander kommunizieren, um tatsächlich individuelle Entscheidungen abzufragen.

- ² Es werden nur bestimmte Hilfsmittel zugelassen.
- ² Einzelne Personen sollen nicht mehrfach teilnehmen, um Erfahrungseffekte zu kontrollieren.
- ² Vertrauen in den Experimentator und Reputation des Experimentators soll gesichert werden.
- ² Teilnehmer sollten das Experiment ernsthaft entscheiden.

Im Internet sind einige dieser Punkte nur schwer zu realisieren. Beispielsweise kann nicht garantiert werden, daß alle Teilnehmer einzelne Individuen sind. Darüber hinaus kann man nicht feststellen, welche Hilfsmittel den Teilnehmern zur Verfügung stehen.

Wie bereits erwähnt, ist das von uns verwendete Experiment sehr schwer zu analysieren und zu lösen. Es ist also sehr unwahrscheinlich, daß ein Teilnehmer innerhalb einer Stunde einen Algorithmus implementiert, der ihm den maximalen Erwartungsnutzen generiert (und dies unabhängig von den ihm zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln). Keiner unserer Teilnehmer hat mehr als eine Stunde benötigt, um die 12 Runden zu durchlaufen.

Um auszuschließen, daß ein und dieselbe Person mehrfach teilnimmt, haben wir diesen strengen Anmeldeprozeß angewendet. Dieser Prozeß erlaubt es jedem „virtuellen“ Teilnehmer nur einmal teilzunehmen. Wenn eine Person sich zweimal anmelden möchte, benötigt sie zwei E-Mail Adressen, zwei Bankkonten (auf verschiedene Namen ausgestellt) sowie einen Internetzugang durch zwei verschiedene Domains. Nichtsdestotrotz kann man durch diesen Prozeß nicht ausschließen, daß sich zwei Teilnehmer untereinander kennen. Dies haben wir dadurch versucht sicherzustellen, daß wir Teilnehmer aus verschiedenen Regionen und Domains ausgewählt haben.

Das Vertrauen in den Experimentator haben wir durch die Präsentation und Organisation des Experiments versucht sicherzustellen. So haben wir in der Bewerbungsphase noch nicht nach persönlichen Daten gefragt, da dies möglicherweise Mißtrauen erzeugen könnte. Wir haben direkt vor dem eigentlichen Experiment nach den Bankdaten gefragt, um das Vertrauen in eine wirkliche Bezahlung zu erhöhen. Schließlich haben wir versucht durch das Interface-Design, z.B. dem Logo der Humboldt-Universität, die Seriosität der Untersuchung zu signalisieren.

Wir haben den Teilnehmern eine Richtzeit von mindestens einer Stunde vorgegeben. Dies war der ungefähr der Durchschnitt der beobachteten Zeit aus der früher durchgeführten ersten Analyse. Wir glauben, daß diese Zeit mindestens notwendig ist, um die Struktur des Spiels zu verstehen und eine sinnvolle Strategie zu erarbeiten. Wir haben kein oberes Zeitlimit für das Experiment implementiert.

5.3.5 Datensicherheit und -schutz

Ein wichtiger Punkt bei den Designüberlegungen ist die Datensicherheit und der Datenschutz. So haben wir versucht zu garantieren, daß persönliche Daten der Teilnehmer (wie Name, Adresse, Bankkonto) von den eigentlichen Entscheidungsdaten getrennt werden. Dies wurde durch das Datenbank-Design erreicht. Zusätzlich haben wir alle persönlichen Daten gelöscht, sobald die Bezahlung erfolgt war. Darüber hinaus waren die Daten mit einem Paßwort gesichert, so daß nur der Administrator darauf Zugriff hat. Da diese Mechanismen nicht beobachtbar sind und somit auch nicht ausreichen, um Vertrauen in

den Experimentator zu erzeugen, haben wir die Fragebögen auf die wichtigsten persönlichen Attribute beschränkt. Dies hat uns auch geholfen, den Kommunikationsaufwand wesentlich zu reduzieren.

Schließlich haben wir die wichtigsten Daten erst von bereits angenommenen Teilnehmern erhoben. Wenn wir bereits während der Bewerbungsphase mehr Daten aufgenommen hätten, hätten wir unsere Stichprobe noch genauer spezifizieren können. Trotzdem hätte dies wahrscheinlich dazu geführt, daß wir insgesamt weniger Bewerbungen erhalten hätten bzw. zu diesem Zeitpunkt weniger korrekte Daten erhalten hätten. Wir vermuten, daß ein bereits akzeptierter Teilnehmer nicht mehr so dazu neigt, falsche Angaben zu machen.

Die Datensicherheit während des Transports im Internet wollen wir nicht genauer diskutieren, da wir hier keine gesonderte Lösung implementiert haben. Die Internet-Kommunikation wird zukünftig sicherlich über eigene Verschlüsselungen verfügen (z.B. über das Web-Protokoll oder die Client-Server Kommunikation in Java). So könnte ein Wechsel in den unteren Protokollschichten der Implementierung zu sicherer Kommunikation führen. Dies könnte in Zukunft das Vertrauen in den Experimentator noch erhöhen, insbesondere wenn wie in unserem Experiment sensible Daten, wie z.B. Bankdaten, übertragen werden sollen.

5.3.6 Technische Probleme

Die größte Herausforderung der Durchführung des Experiments im Internet war die Implementierung einer robusten Benutzerschnittstelle bzw. der robusten Client-Server Kommunikation. Wir wollten, daß die Teilnehmer das Experiment ohne Unterbrechung und Neustart durchlaufen. Leider kann man bei einer Unterbrechung der Netzwerk-Kommunikation im Nachhinein nicht feststellen, wo die Ursache des Fehlers zu suchen ist. Wir können also keine gegen Fehler robuste Kommunikation garantieren.

Ein Beitrag zur sicheren Kommunikation war der ausführliche Test der Java-basierten Benutzerschnittstelle auf vielen verschiedenen Plattformen. Es zeigte sich, daß die versprochene Plattformunabhängigkeit von Java nur zu einem bestimmten Grad gegeben ist. Speziell wenn das Java-Applet auf bestimmte Ressourcen der Client-Maschine zugreift (z.B. den Window-Manager) konnten einige merkwürdige Effekte beobachtet werden.

Nachdem wir die meisten dieser Effekte ausgeschlossen hatten, hatten wir ein weiteres Problem mit der eigentlichen Netzwerk-Kommunikation. Sicherheitsmaßnahmen in Organisationen beschränken teilweise die Art der Kommunikation zwischen in-house Computern und dem übrigen Internet (durch sogenannte Firewalls). In diesen Fällen konnte unsere Software teilweise nicht verwendet werden. Um die Teilnehmer vorher darüber in Kenntnis zu setzen, haben wir ein kleines Test-Programm (Applet) auf der Bewerbungsseite integriert, das lediglich die Kommunikation mit der Datenbank getestet hat. Falls der Test positiv verlaufen ist, konnten wir sicher sein, daß die Kommunikation zwischen dem Experiment-Applet und dem Experiment-Server prinzipiell funktioniert.

Die letztlich realisierte Implementierung war recht zuverlässig. Weder die Kommunikation noch das Applet hat größere Probleme verursacht. Lediglich die verwendete Datenbank, von der wir angenommen hatten, daß sie der robusteste Teil sei, war am wenigsten zuverlässig. So war der Datenbank-Server für die Teilnehmer manchmal nicht erreichbar.

5.4 Experimentergebnisse

In diesem Abschnitt wollen wir einige anschauliche Ergebnisse des Internet-Experiments präsentieren. Speziell interessieren uns hier auch die persönlichen Charakteristika der Teilnehmer, die wir über dieses neue Medium erreicht haben. Wir vergleichen die Daten, die wir aus dem Internet erhalten haben mit denen aus dem Labor-Experiment, das wir mit derselben Software noch einmal durchgeführt haben, um dritte Einflüsse von dieser Seite auszuschließen. Wenn die Daten aus dem Internet von denen aus dem Labor abweichen, versuchen wir, Erklärungen dafür zu liefern.

5.4.1 Merkmale der Teilnehmer

Nach unserer Anmeldeprozedur haben wir aus dem Internet Daten von 50 Teilnehmern erhalten. Das Labor-Experiment wurde, wie üblich, durch Aushänge und Handzettel in der Fakultät angekündigt. Wir haben fünf Termine angeboten für die sich die Teilnehmer eintragen konnten, von 60 Bewerbern haben 47 teilgenommen.

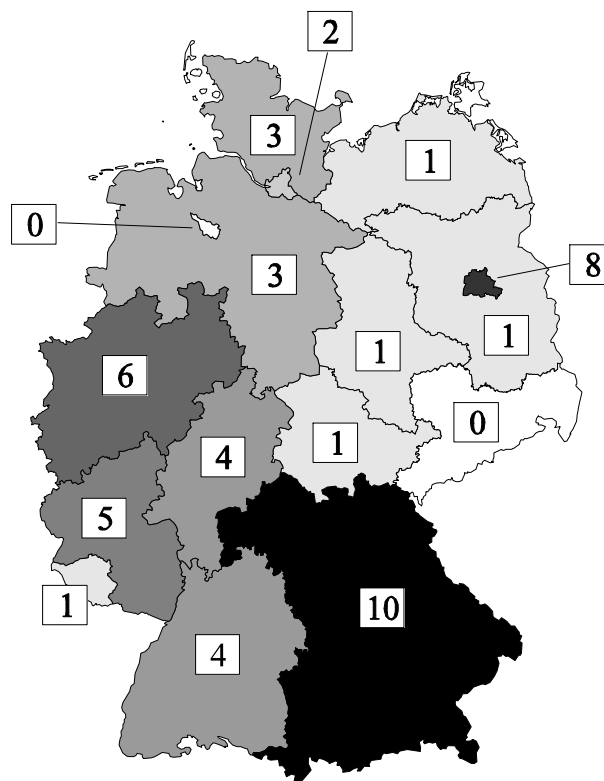


Abbildung 5.2: Anzahl der Teilnehmer nach Bundesländern

Die Teilnehmer aus dem Internet kamen aus ganz Deutschland. In Abbildung 5.2 ist die Herkunft der Teilnehmer nach Bundesländern getrennt dargestellt. Basierend auf den Bewerbungsdaten und dem Fragebogen konnten wir folgende Informationen über die Teilnehmer auswerten: Alter, Bildung, Geschlecht, Beruf bzw. Studienfach. Darüber hinaus hatten wir Informationen über die Art der Internet-Verbindung, nämlich: verwendeter Browser, Provider, fixe und variable Kosten.

Im Labor hatten wir fast nur Studenten aus der Altersgruppe der 20 bis 27-jährigen. Ähnlich homogen war die Gruppe bezüglich des Bildungsstandes. Die Teilnehmer im Internet waren im Durchschnitt älter und außerdem haben wir eine größere Varianz bezüglich der Altersgruppen festgestellt (vgl. **Abbildung 5.3**).

In ähnlicher Weise haben wir im Internet eine größere Verschiedenartigkeit in Bezug auf den Bildungsstand der Teilnehmer (vgl. **Abbildung 5.4**) erreicht, obwohl auch hier 86% mindestens das „Abitur“ als letzten Abschluß angegeben haben. Einen größeren Unterschied konnte man auch in Bezug auf den Beruf der Teilnehmer feststellen (vgl. **Abbildung 5.5**). Während die Teilnehmer im Labor fast ausschließlich von der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Humboldt-Universität stammten, kamen sie im Internet doch hauptsächlich aus anderen akademischen Fachrichtungen. Wir nehmen an, daß dieser Anteil noch höher gewesen wäre, wenn wir nicht auch teilweise über Universitätskollegen an anderen Orten per E-Mail für das Experiment geworben hätten.

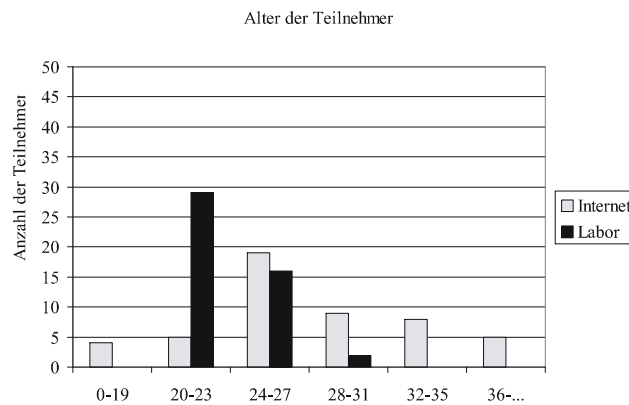


Abbildung 5.3: Alter der Teilnehmer

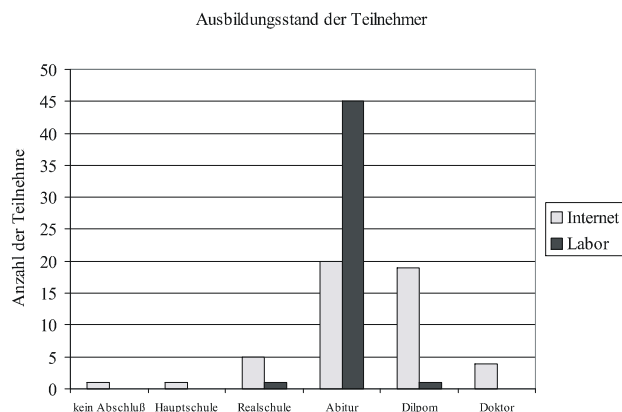


Abbildung 5.4: Höchster Bildungsgrad der Teilnehmer

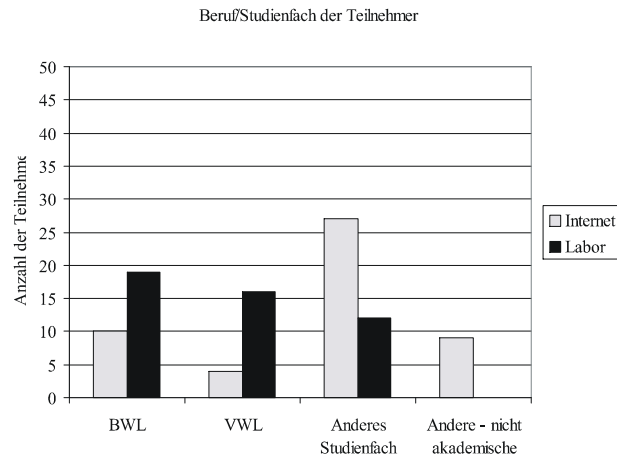


Abbildung 5.5: Beruf und Studienfach der Teilnehmer

Die Unterschiede zwischen Internet und Labor sind kleiner, wenn man nur das Geschlecht der Teilnehmer betrachtet. So waren 45 der 50 Teilnehmer (90%) aus dem Internet Männer, während wir im Labor 30 Männer unter den 47 Teilnehmern (64%) hatten. Nichtsdestotrotz zeigen unsere Resultate, daß man über das Internet normalerweise einen wesentlich heterogeneren Teilnehmerkreis als im Labor erreichen kann. Wir glauben, daß dies weiter verbessert werden kann, wenn man auf andere Weise für solche Internet-Experimente Werbung betreibt, beispielsweise über eine zentrale Broker-Seite².

Vorwiegend aus Neugier haben wir die aufgezeichneten Startzeiten des Internet-Experiments ausgewertet (vgl. Abbildung 5.6). Die häufigsten Startzeiten lagen Nachmittags zwischen 14:00 und 18:00 Uhr.

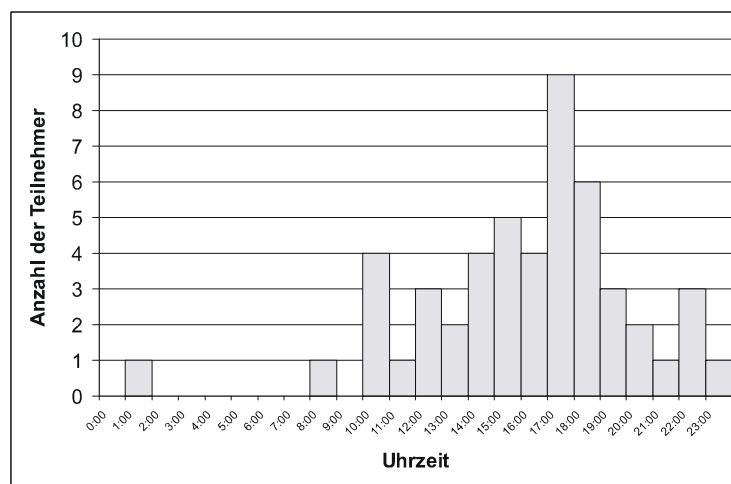


Abbildung 5.6: Anzahl der Teilnehmer nach Zeit des Experiment-Starts

²An dieser Stelle möchten wir uns bei spiele.de bedanken, die für einige Tage einen Link auf unser Experiment unterstützt haben.

5.4.2 Entscheidungszeiten

Nachdem die Teilnehmer die Instruktionen gelesen und den Startknopf gedrückt haben, haben wir für jede ihrer Entscheidungen die verbrauchte Zeit gemessen. Ein Nachteil dieses Ansatzes war, daß einige Teilnehmer die Anleitung erst gelesen haben, nachdem sie den Startknopf gedrückt haben³. In der folgenden Analyse betrachten wir, wegen der besseren Vergleichbarkeit nur die Runden 2 bis 12.

In den Instruktionen haben wir einen Richtwert von ca. einer Stunde für unser Experiment vorgegeben. Diesen Referenzpunkt haben wir aus den Entscheidungszeiten der ersten experimentellen Analyse geschätzt. Die maximale Zeit, die ein Teilnehmer für das Experiment gebraucht hat, war 52 Minuten und 48 Sekunden, im Labor lag diese maximale Zeit lediglich bei 34 Minuten und 59 Sekunden. Dennoch war die durchschnittliche Dauer für die ersten drei Perioden⁴ bei dem Experiment im Internet mit 15 Minuten und 39 Sekunden (Standardabweichung $\frac{3}{4} = 358$) signifikant geringer (T-Test: $T = 2.237$, $p < 0.028$) als im Labor mit 18 Minuten und 39 Sekunden (Standardabweichung $\frac{3}{4} = 253$). Die Varianz der durchschnittlichen Entscheidungszeiten war ebenfalls signifikant voneinander verschieden (F-Test: $F = 4.640$, $p < 0.034$). Die Abbildung 5.7 zeigt die Entscheidungszeiten $m_{1;2;3}$ mit $i = 2, 3, \dots, 12$ für die ersten drei Perioden von Runde 2 bis Runde 12.

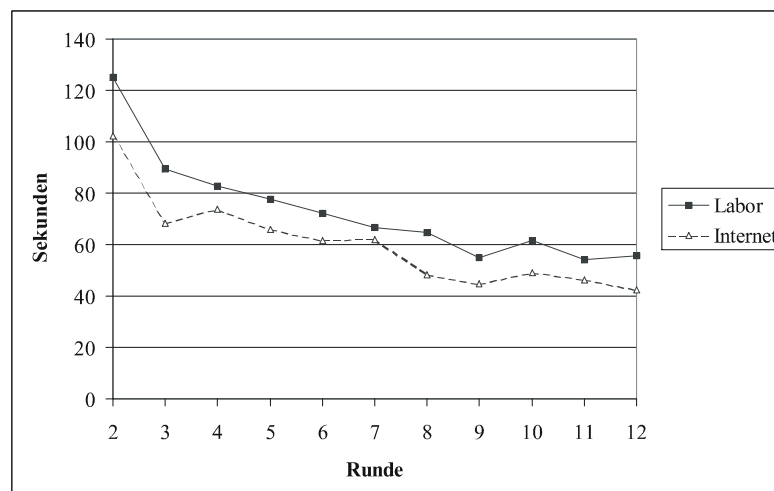


Abbildung 5.7: Entscheidungszeiten nach Runde

Kosten/Monat	Keine	> Null
Anzahl Teilnehmer	35	15
Zeit in s/Runde (2–12)	86; 2	83; 4

Tabelle 5.1: Entscheidungszeiten getrennt nach Kosten pro Monat

³Zum Beispiel hat ein Teilnehmer im Internet 5580 Sekunden = 93 Minuten gebraucht, um die erste Entscheidung zu treffen.

⁴Wegen der besseren Vergleichbarkeit haben wir hier nur jeweils die ersten drei Perioden der Runden betrachtet.

Natürlich konnten wir nicht beobachten, ob sich die Teilnehmer aus dem Internet sich die ganze Zeit auf das Experiment konzentriert haben. So könnte beispielsweise ein Programmierer das Spiel lediglich als Unterhaltung zwischen oder neben der Arbeit verwenden. Darüber hinaus können wir unerwartete Unterbrechungen, wie z.B. Tür- oder Telefonklingeln, im Gegensatz zum Labor nicht ausschließen. Diese Problematik könnte einige Ausreißer in den Internet-Zeiten erklären. Auch wenn man dies in Betracht zieht, zeigen die Daten keine Anzeichen, daß die Teilnehmer im Internet das Experiment weniger ernst genommen hätten, als die im Labor. Tatsächlich verbessern auch die Internet-Teilnehmer ihre Auszahlung vom ersten zum zweiten Zyklus, was im nächsten Abschnitt noch genauer beschrieben wird. Die Entscheidungszeiten für Teilnehmer mit positiven Verbindungskosten liegen zwar unter denen der anderen, die Unterschiede sind aber nicht sehr groß (vgl. Tabelle 5.1).

5.4.3 Durchschnittsgewinn und Effizienz

In Übereinstimmung mit den beobachteten Entscheidungszeiten waren die Gesamtauszahlungen (Runde 1–12) im Labor im Durchschnitt höher als im Internet (dieser Unterschied war allerdings nicht signifikant, T-Test: $T = 1.364$, $p < 0.176$), die Standardabweichung war dagegen signifikant geringer (F-Test: $F = 4.059$, $p < 0.047$). Wie in Tabelle 5.2 dargestellt, konnte in beiden Umgebungen eine leichte Erhöhung der Effizienz ($U=U^*$) vom ersten zum zweiten Zyklus erzielt werden, allerdings ist auch diese nicht signifikant (Internet T-Test: $T = 1.005$, $p < 0.315$, Labor T-Test: $T = 0.351$, $p < 0.726$).

Runde	Internet			Labor		
	Auszahlung	Std.Abw.	Effizienz	Auszahlung	Std.Abw.	Effizienz
2–6	24; 47	16; 72	; 70	26; 86	14; 52	; 76
7–12	25; 85	15; 23	; 74	27; 31	14; 74	; 78
Gesamt 2–12	25; 22	15; 92	; 72	27; 10	14; 63	; 77

Tabelle 5.2: Durchschnittliche Auszahlungen (Internet und Labor)

Ein Anzeichen, daß die Teilnehmer im Internet doch etwas weniger aufmerksam waren als im Labor, zeigt die Analyse der Entscheidungen in der sechsten Periode. Dies ist in jedem Fall die letzte Periode des Experiments und es sollte spätestens hier der gesamte zur Verfügung stehende Betrag ausgegeben werden. In 22; 2% aller Fälle im Internet, in denen Teilnehmer die sechste Periode erreicht haben, wurde nicht alles ausgegeben. Dieser Prozentsatz lag im Labor lediglich bei 3; 1% (vgl. Tabelle 5.2). Dies scheint mit zu der geringeren durchschnittlichen Auszahlung der Teilnehmer im Internet beizutragen.

Dieses Verhalten könnte auch dadurch verursacht sein, daß in der Software keine explizite Warnung vor der letzten Periode vorhanden war. Genau wie bei den anderen Perioden stand hier „Periode 6“ lediglich im Kopf des Entscheidungsfensters (siehe Abbildung D.2 im Anhang). So könnte eine fehlende Konzentration auf das Spiel dazu führen, daß das Ende der Runde verpaßt wurde. Wie bereits erwähnt war diese Voraussetzung sowohl im Internet als auch im Labor auf gleiche Weise gegeben.

5.4.4 Konsumententscheidungen

Wir haben jede Konsumententscheidung für jeden möglichen Spielpfad des Experiments analysiert.⁵ Ein Spielpfad ist durch die verschiedenen Kombinationen des Ausschlusses der beiden Würfel definiert. Es sind also sechs Spielpfade möglich. Abbildung 5.8 zeigt die Anzahl der Fälle für jeden Knoten und das beobachtete Verhalten an dieser Stelle in Bezug auf Mittelwert, Minimum, Maximum und Varianz der Entscheidungen.

Auch hier ist für die meisten Zellen zu beobachten, daß die Varianz im Internet höher ist⁶. Der Durchschnitt der ersten Konsumententscheidung x_1 ist im Internet näher am optimalen Wert (für Risikoneutralität) als im Labor. Auffallend ist in dieser Abbildung die Reaktion auf die erste Information (Ausschluß des ersten Würfels) bei der Entscheidung x_2 . Im Labor wurde auf eine geringere Terminationswahrscheinlichkeit, wie gehabt, mit geringerem Konsum reagiert. Im Internet ist dagegen der Konsum im Durchschnitt geringer, wenn der grüne Würfel ausgeschlossen wurde, als wenn der gelbe ausgeschlossen wurde.

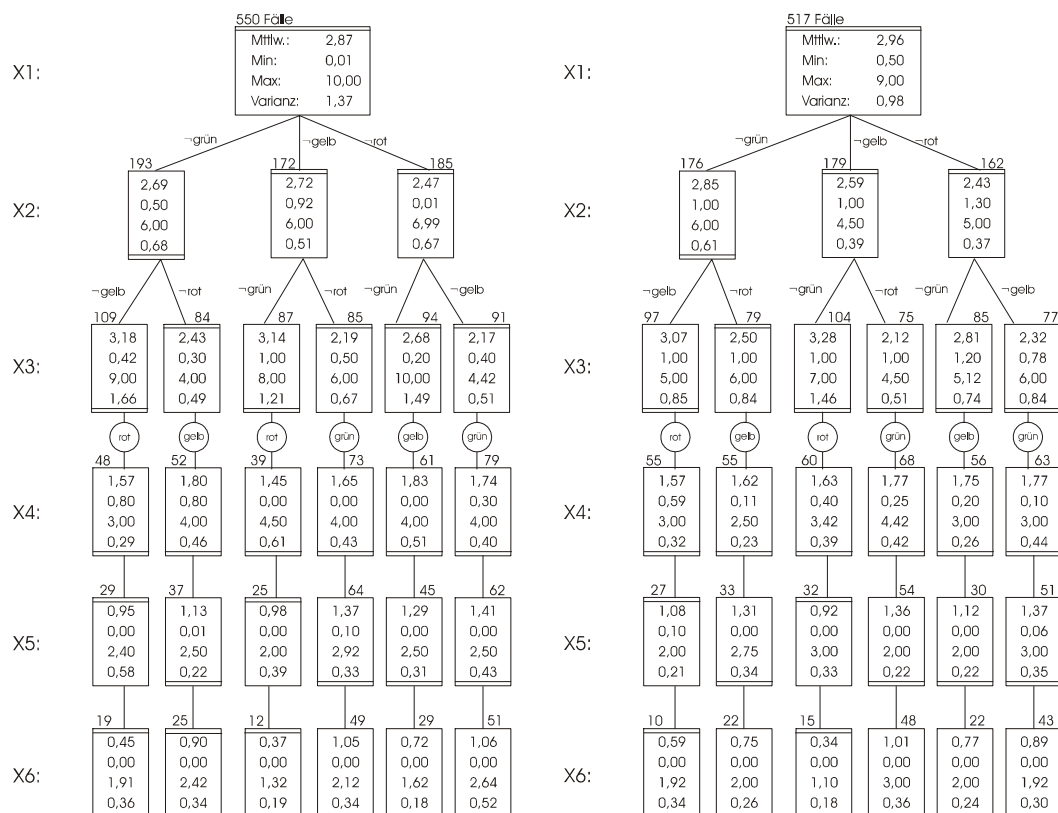


Abbildung 5.8: Durchschnittliches Verhalten: Links – Labor, rechts – Internet

Als nächstes wollen wir den durchschnittlichen Konsum in den ersten drei Perioden betrachten (siehe Tabelle 5.3). Für jede der sechs verschiedenen Sequenzen haben wir den Anteil der Ausgaben in den ersten drei Perioden am Gesamtbetrag ($x_1 + x_2 +$

⁵Für das weitere Vorgehen sind die Daten der ersten Runde nicht in die Analyse miteinbezogen, es basiert also lediglich auf den Daten der Runden 2 ; 12. Auf diese Weise haben wir das unerfahrene Verhalten aus der ersten Runde aus der Analyse ausgeschlossen.

⁶Dieser Unterschied ist allerdings für fünf Zellen statistisch signifikant.

x_3)=11; 92 errechnet. Die letzte Spalte in der Tabelle stellt den nach der optimalen Lösung berechneten Anteil dar. Wiederum können wir keinen wesentlichen Unterschied zwischen den Internet- und den Labordaten feststellen. Die Mittelwerte bei den verschiedenen Sequenzen sind weitgehend gleich, während die Varianzen in der Hälfte der Fälle unterschiedlich sind (der T-Test für Mittelwertgleichheit muß nur für Sequenz 3 abgelehnt werden, der F-Test zur Varianzgleichheit muß hingegen für die Sequenzen 1,2 und 6 abgelehnt werden).

Sequenz	1. Zufallszug	1. Zufallszug	Internet	Labor	Optimum
1	: grün	: gelb	; 73	; 74	; 80
2	: gelb	: grün	; 73	; 74	; 76
3	: grün	: rot	; 67	; 71	; 66
4	: rot	: grün	; 66	; 68	; 59
5	: gelb	: rot	; 66	; 65	; 58
6	: rot	: gelb	; 63	; 65	; 56

Tabelle 5.3: Geordnete Sequenzen von initialem Konsum

Wegen der Unsicherheit des Zeithorizonts ist es immer optimal, seinen Konsum ab der 3. Periode strikt zu verkleinern. Tabelle 5.4 und Tabelle 5.5 zeigen wie sich die Teilnehmer in dieser Beziehung verhalten haben. Bei jedem Eintrag in der Tabelle, wie z.B. $x_3 > x_4 > x_5$, haben wir alle Fälle betrachtet, in denen Teilnehmer diese Entscheidung zu treffen hatten (wenn sie also z.B. die vierte Periode überlebt haben, hatten sie über x_3 ; x_4 und x_5 zu entscheiden). Von diesen Fällen haben wir den prozentualen Anteil gemessen, in denen sich die Versuchspersonen in diesem Sinne korrekt verhalten haben bzw. ihren Konsum wenigstens nicht erhöht haben. Wiederum sehen wir, daß nur ein kleiner Anteil (ca. 33% für $x_3 > x_4 > x_5 > x_6$) der Teilnehmer korrekt mit dem Zeithorizont umgegangen ist und dies unabhängig von der Umgebung (Internet oder Labor). Dieser Anteil erhöht sich erheblich, wenn man die Fälle für Gleichheit ($x_t \leq x_{t+1}$) mit in die Analyse einschließt. Im Labor konnten insgesamt leicht höhere Werte beobachtet werden.

$x_3 > x_4$	62,8				
$x_3 \leq x_4$	89,2	$x_3 > x_4 > x_5$	44,3		
$x_4 > x_5$	64,5	$x_3 \leq x_4 \leq x_5$	81,3	$x_3 > x_4 > x_5 > x_6$	32,4
$x_4 \leq x_5$	89,3	$x_4 > x_5 > x_6$	49,7	$x_3 \leq x_4 \leq x_5 \leq x_6$	70,3
$x_5 > x_6$	75,1	$x_4 \leq x_5 \leq x_6$	79,5		
$x_5 \leq x_6$	89,1				

Tabelle 5.4: Unsicherer Zeithorizont (Internet)

$x_3 > x_4$	70,6				
$x_3 \geq x_4$	86,3	$x_3 > x_4 > x_5$	50,0		
$x_4 > x_5$	69,2	$x_3 \geq x_4 \geq x_5$	78,0	$x_3 > x_4 > x_5 > x_6$	33,8
$x_4 \geq x_5$	89,9	$x_4 > x_5 > x_6$	47,5	$x_3 \geq x_4 \geq x_5 \geq x_6$	72,5
$x_5 > x_6$	78,1	$x_4 \geq x_5 \geq x_6$	84,4		
$x_5 \geq x_6$	95,0				

Tabelle 5.5: Unsicherer Zeithorizont (Labor)

Schließlich wollen wir hier eine der post-experimentellen Fragen analysieren. Dabei wurde den Teilnehmern unter anderem die folgende Frage gestellt: „Stellen Sie sich vor, Sie könnten vorherbestimmen, wieviele Perioden sie leben wollten. Wenn Sie möglichst viel Geld verdienen möchten, für wieviele Perioden würden sie sich entscheiden? (3,4,5 oder 6 Perioden)“ Die richtige Antwort ist in diesem Fall „4“. Wiederum erhalten wir sowohl aus dem Internet wie aus dem Labor ähnliche Ergebnisse (vgl. Tabelle 5.6). Ungefähr derselbe Anteil an Teilnehmern hat die richtige Antwort erkannt (15 Teilnehmer in jeder Umgebung) und die Teilnehmer, die dies erkannt haben, haben auch geringfügig besser abgeschnitten.⁷

	Internet		Labor	
	Fälle	Auszahlung	Fälle	Auszahlung
Perioden = 4	15	25,43	15	27,71
Perioden \neq 4	35	25,00	32	26,48
Gesamt	50	25,13	47	26,87

Tabelle 5.6: Auszahlungen unterschieden nach Periodenfrage

5.4.5 Zusammenfassung des Internet-Experiments

Diese Ergebnisse des Internet-Experiments lassen sich in drei Punkten zusammenfassen:

- ² Die neueste Internet-Software bietet eine gute Plattform für ökonomische Experimente. Die gleiche Implementierung kann sowohl im Labor (also im Intranet) als auch im Internet verwendet werden.
- ² Wenn man das durchschnittliche Verhalten als Maßstab nimmt, generiert unser Experiment im Internet und im Labor sehr ähnliche Daten. Wir beobachten allerdings im Internet häufig eine höhere Varianz. Nicht geklärt werden konnte die Frage, ob diese Varianzunterschiede auf die Internet-Umgebung oder auf andere Einflüsse, wie z.B. der andere Teilnehmerkreis zurückzuführen sind.
- ² Andererseits haben wir in unserem Experiment keinen großen Einfluß der Entscheidungsumgebung auf das Verhalten beobachtet.

⁷Dieser Unterschied ist allerdings statistisch nicht signifikant (Labor T-Test: $T = 1,727$, $p < 0,471$; Internet T-Test: $T = 1,195$; $p < 0,846$).

In diesem Kapitel haben wir unsere Erfahrungen präsentiert, die wir mit der Durchführung des Experiments aus der ersten Analyse im Internet gemacht haben. Die Ergebnisse haben wir mit Daten aus einem mit der gleichen Software durchgeführten Labor-Experiment verglichen. Soweit wir wissen, ist dies der erste in dieser Art und Weise durchgeführte Vergleich im Bereich der Experimentellen Wirtschaftsforschung.

Das Internet-Experiment konnte erwartungsgemäß nicht alle Anforderungen aus dem analogen Laborexperiment erfüllen. Dennoch konnten wir keine bemerkenswerten Unterschiede zwischen den beiden Datensätzen feststellen. Wenn wir die hier präsentierten Tabellen mit denen aus der ersten experimentellen Analyse vergleichen, sehen wir Unterschiede der gleichen Ordnung und in gleichem Ausmaß zwischen allen drei Experimenten. Wir glauben daher, daß das Internet an den Stellen, wo der Laboransatz seine Begrenzung hat, eine vernünftige Umgebung für die Experimentelle Wirtschaftsforschung darstellt. Zum Beispiel wird kein eingerichteter Laborraum benötigt. Darüber hinaus ermöglicht das Internet, eine große Anzahl von Teilnehmern zu erreichen, wobei, neben der geeigneten Werbung, die Bezahlung aller Teilnehmer das einzige Hindernis ist. Das Internet erleichtert es, Teilnehmer von außerhalb der Universität für solche Experimente zu interessieren, z.B. Gewerkschafter, Manager, Politiker etc. Außerdem haben die Teilnehmer eine maximale zeitliche Flexibilität, wann sie das Experiment durchführen wollen. Wenn man die vorliegende Fragestellung so erweitert, daß man Haushaltsentscheidungen und nicht individuelle Entscheidungen betrachten möchte (was bei Sparentscheidungen nahe liegt), so ist dies im Internet ohne weiteres möglich. Der rapide wachsende Sektor des „Electronic Commerce“ (also dem Kauf und Verkauf von Waren und Dienstleistungen über das Internet) könnte hier in naher Zukunft ebenfalls interessante neue Fragestellungen mit direktem Realitätsbezug aufwerfen.

Ein anderes Ziel unseres Experiment war, die Internet-Technologie für die Experimentelle Wirtschaftsforschung auszuprobieren. Diese hat gezeigt, daß das Internet wertvolles Hilfsmittel zur Implementierung und Durchführung eines Experiments sein kann. Da die Verfügbarkeit von Webbrowsern heutzutage „State of the art“ in PC-Laboren ist, kann eine Client-Server Anwendung auf jeder Plattform ohne zusätzliche Software betrieben werden.

In allen Fällen, wo in einem Experiment keine sofortige Reaktion erforderlich ist (Echtzeit-Anforderungen), scheint das Internet eine brauchbare Plattform auch für Mehrpersonen-Experimente zu sein. Als Beispiele sind hier E-Mail Spiele (Baier et al. 1997) oder Elektronische Märkte (Berg et al. 1997) zu nennen. Nur wenn Teilnehmer direkt auf Entscheidungen anonymer Partner reagieren müssen, ist es schwierig diese zu gleichen Zeit an ihren Computer zu holen. Technisch wäre das Internet auch in diesem Fall geeignet.

Inzwischen ist eine Demo-Version des Experiments im Web verfügbar, leider können wir keine Gewinne mehr auszahlen. Die URL ist:

<http://grimnir.wiwi.hu-berlin.de/spiel>

Kapitel 6

Weitere Forschung und Zusammenfassung

6.1 Weitere Forschung

In diesem Abschnitt werden kurz weitere Forschungsansätze rund um die bereits gezeigten Experimente dargestellt. Das vorgestellte Experiment hat dabei u.a. verschiedenen weiteren Studien angeregt.

6.1.1 Psychologische Unterschiede

In Brandstätter und Güth (1998) werden die Ergebnisse des 16PA-Persönlichkeitsfragebogens vom ersten Experiment genauer analysiert, das zu diesem Zweck auch an der Universität Linz wiederholt wurde. Aus den Daten des Fragebogens wurden 5 Persönlichkeitsmerkmale (nämlich „Gewissenhaftigkeit“, „emotionale Stabilität“, „Unabhängigkeit“, „Hartnäckigkeit“ und „Extrovertiertheit“) extrahiert und mit einigen tatsächlichen Konsumentscheidungen der Teilnehmer aus dem Experiment verglichen.

In der Studie konnte gezeigt werden, daß die Faktoren „emotionale Stabilität“ und „Extrovertiertheit“ die Reaktion der Teilnehmer auf Änderungen in der Terminationswahrscheinlichkeit beeinflussen. Genauer haben Introvertierte stärker als Extrovertierte auf „Bestrafungen des Schicksals“ reagiert. Eine „Bestrafung des Schicksals“ liegt dann vor, wenn eine Versuchsperson ein Risiko in die qualitativ falsche Richtung eingegangen ist, z.B. wenn in den ersten beiden Perioden viel ausgegeben wurde, aber der grüne Würfel mit geringer Terminationswahrscheinlichkeit übrig bleibt. Weiterhin konnte ein Zusammenhang zwischen dem Auszahlungsmodus und dem Faktor „Gewissenhaftigkeit“ gezeigt werden. Dabei stellte sich heraus, daß gewissenhafte Teilnehmer (mit starker Normorientierung) eher geneigt sind, die Durchschnittsauszahlung gegenüber einer zufällig ausgelosten Runde vorzuziehen, da sie eher risikoscheu sind.

6.1.2 Spielstrategien und Risikoeinstellung

In Müller (1997) werden die Daten aus dem ersten Experiment auf individueller Ebene genauer analysiert. Zu diesem Zweck werden mögliche Spielstrategien analysiert und deren Verwendung durch die Teilnehmer genauer betrachtet. Weiterhin wird die Frage genauer untersucht, inwieweit Risikoaversion die beobachteten Daten erklären kann. Neben der

Lösung durch dynamische Programmierung, spielt die vorwärtsgerichtete Strategie der „Erwarteten Lebenslänge“ (analog zum zweiten Experiment) eine wichtige Rolle. Dabei wird zu jedem Zeitpunkt die erwartete Anzahl zukünftiger Perioden berechnet und der zur Verfügung stehende Betrag durch diese Zahl geteilt (für die erste Entscheidung wäre dies $x_1 = S_1 = E_1 f T g = 11; 92 = 4; 46 = 2; 67$). Die Berechnung der erwarteten Lebenslänge ist aber für das erste Experiment, im Gegensatz zum vereinfachten zweiten Experiment, als große Herausforderung für die Teilnehmer zu betrachten. Die Komplexität dieser Strategie steht aber trotzdem in keiner Relation zur Berechnung der optimalen Lösung. Über diese Strategie hinaus werden noch weitere mögliche Strategien vorgestellt und u.a. in Bezug auf ihren Erwartungsauszahlung miteinander verglichen. Dabei stellt sich heraus, daß die um vieles einfachere Berechnung der „Erwarteten Lebenslänge“ bei konsequenter Anwendung gegenüber der optimalen Lösung lediglich 4% Effizienzverlust verursacht. Weiterhin werden die aufgeführten Strategien mit Hilfe eines definierten Abstandsmaßes mit den tatsächlich beobachteten Daten verglichen. Die „Erwartete Lebenslänge“ beschreibt die Daten in Bezug auf dieses Maß wesentlich besser als die optimale Lösung. Da die vorgestellten Strategien, ebenso wie die optimale Lösung, jedoch kaum in reiner Form zu beobachten sind wird versucht, individuelle Verhaltensmuster aus den Daten zu extrahieren. Dazu gehören:

- 2 Qualitativ optimales Verhalten
- 2 Konsistentes, aber quantitativ nicht optimales Verhalten
- 2 „Gehe auf das Maximum“ (vgl. zweites Experiment)
- 2 Vorsichtige Politik
- 2 „Abwarten“ in den ersten beiden Perioden
- 2 „2“-er Heuristik (vgl. Prominenzheuristik im zweiten Experiment)
- 2 Erprobungspolitik

Aber auch diese Verhaltensmuster können nur bei einzelnen Versuchspersonen nachgewiesen werden. Aus den durchgeführten Analysen kommt Müller (1997) zu dem Schluß, daß sich die meisten Teilnehmer nicht rückwärts durch den Entscheidungsbaum arbeiten, sondern vorwärtsgerichtete Überlegungen anstellen. In einer Regression wird gezeigt, daß die „Erwartete Lebenslänge“ die beobachteten Daten teilweise gut beschreibt.

Für die Analyse, inwieweit Risikoaversion die beobachteten Daten erklären kann, wurde die optimale Lösung unter Annahme der Nutzenfunktion $u(x) = x^\alpha$ neu berechnet. Das interessante Ergebnis ist hier, daß die Richtung der Abweichungen der beobachteten Daten von der optimalen Lösung (wie in Abbildung 2.3 auf Seite 17 dargestellt) durch Risikoverversion ($\alpha \in [0; 1)$) exakt vorhergesagt werden kann. Darüber hinaus konnte eine interessante Eigenschaft der Lösung mit Risikoparameter gefunden werden: wenn α gegen Null geht (also extreme Risikoaversion), konvergiert die verwendete Strategie gegen die „Erwartete Lebenslänge“, während sie bei α gegen unendlich (also extreme Risikoliebe) gegen die „Gehe auf das Maximum“ Politik konvergiert. Bei der Analyse einzelner Teilnehmer stellte sich hingegen heraus, daß diese ihre Entscheidungen nicht auf einen konstanten Risikoparameter stützen. Einige Entscheidungen können überhaupt

nicht durch einen Risikoparameter ausgedrückt werden, d.h. es handelt sich dabei, normativ gesehen, um offensichtlich irrationales, überrisikofreudiges bzw. übervorsichtiges Verhalten.

6.1.3 Postexperimenteller Fragebogen – Bewertungen der Teilnehmer

Einen wichtigen Anhaltspunkt für die Analyse des Experiments bietet der postexperimentelle Fragebogen. Eine große Rolle spielen hier sowohl die Frage nach der gewünschten Anzahl von Perioden, als auch die Anordnung zur Angabe freier positiver bzw. negativer Kommentare.

Den Versuchspersonen wurde die Frage gestellt: „Stellen Sie sich vor, Sie wollten im vorangegangenen Experiment möglichst viel Geld verdienen. Wenn Sie vorherbestimmen könnten, wieviele Perioden ($3 \leq 6$) $< 4 \leq 6$ im zweiten Experiment $>$ Sie leben, für wieviele würden Sie sich entscheiden?“ Für das Produkt-Treatment ist die richtige Antwort auf diese Frage „vier“ und für das Summen-Treatment „sechs“. In Tabelle 6.1 (Produkt-Treatment) und Tabelle 6.2 (Summen-Treatment) sind die Anzahl richtiger Antworten sowie die von diesen Teilnehmern erzielten Auszahlungen dargestellt. Zweifellos war die Antwort für das Produkt-Treatment schwerer zu finden, daher haben diese Frage im ersten Experiment auch nur 11 Teilnehmer richtig beantwortet, während im Summen-Treatment 39 Teilnehmer die richtige Antwort gefunden haben. Die Vereinfachung der Struktur im zweiten Experiment führte zu einer Steigerung des Verständnisses, so daß die Anzahl richtiger Antworten auf 35 (Produkt-Treatment) bzw. 45 (Summen-Treatment) angestiegen sind. Auffällig ist auch, daß sich dieses mathematische Verständnis der Situation offensichtlich positiv auf die von den Teilnehmern erzielten Auszahlungen ausgewirkt hat.

	Produkt 1		Produkt 2	
	Fälle	Auszahlung	Fälle	Auszahlung
Perioden = 4	11	31,47	35	63,76
Perioden \neq 4	39	26,53	15	53,28
Gesamt	50	27,62	50	60,62

Tabelle 6.1: Auszahlungen unterschieden nach Periodenfrage (Produkt-Treatments)

	Summe 1		Summe 2	
	Fälle	Auszahlung	Fälle	Auszahlung
Perioden = 6	39	6,56	45	7,57
Perioden \neq 6	11	6,27	5	7,02
Gesamt	50	6,50	50	7,52

Tabelle 6.2: Auszahlungen unterschieden nach Periodenfrage (Summen-Treatments)

Für das dritte Experiment zielten die postexperimentellen Fragen auf Nutzung der Investitionsmöglichkeit ab. Sie lauteten: „Stellen Sie sich vor, sie wollen im vorangegangenen Spiel möglichst viel Geld verdienen. Welchen Anteil des nicht ausgegebenen

Betrages würden Sie risikobehaftet in Periode 1 investieren? Kleinen Anteil – mittleren Anteil – Großen Anteil“ und „Wir haben dieses Spiel bereits einmal ohne Investitionsmöglichkeit durchgeführt. Stellen Sie sich vor, Sie wollen möglichst viel Geld verdienen, welches Spiel würden Sie wählen? Spiel ohne Investitionsmöglichkeit – Dieses Spiel mit Investitionsmöglichkeit – Spiel mit Investitionsmöglichkeit in mehreren Perioden“. Da die Investitionsmöglichkeit insgesamt einen positiven Erwartungswert hatte, sollten die Versuchspersonen hier „Großen Anteil“ bzw. „Spiel mit Investitionsmöglichkeit in mehreren Perioden“ auswählen.

	Fälle	Auszahlung	Investment
Großer Anteil/Investment in mehreren Perioden	19	49,82	7,63
Andere	31	34,17	4,86
Gesamt	50	40,12	5,91

Tabelle 6.3: Auszahlung unterschieden nach postexperimentellen Fragen
(3. Experiment)

Auch hier zeigt sich wieder, daß diejenigen Teilnehmer, die beide Fragen ex post richtig beantwortet haben (19 Teilnehmer im Gegensatz zu 31 Teilnehmern, die bei mindestens einer Frage etwas anderes geantwortet haben) erfolgreicher waren (vgl. Tabelle 6.3). Das im Durchschnitt um fast 3 ECU höhere Investment hat bei diesen 19 Teilnehmern zu einer Verbesserung der Auszahlung um mehr als 15 ECU geführt.

Positiver Kommentar	-1	-2	-3	-1	-2	Alle
Gewinn/Geld	7	6	6	12	5	36
kein Zeitdruck/Ruhe/Entspannung	1	5	4	6	17	33
Spiel/Spaß/Experiment	6	7	9	5	4	31
Lernen/denken/planen	6	6	5	9	5	31
nichts/keine Angabe	4	5	6	1	6	22
Anleitung/Bedienung	5	8	2	3	–	18
neu/interessant	4	4	4	2	4	18
Glück/Risiko/Zufall	4	2	6	3	2	17
einfach/klar	–	3	1	4	4	12
eigene Verantwortung/Entscheidung treffen	4	–	3	3	–	10
Lob Experimentator	2	2	2	1	2	9
komplex/unterschiedlich/abwechslungsreich	3	2	2	1	–	8
Computer/Mathe/Wahrscheinlichkeitsrechnung	4	–	–	–	1	5
Summe	50	50	50	50	50	250

Tabelle 6.4: Positive Kommentare zum Experiment

Einen weiteren interessanten Hinweis auf die verschiedenen Motivationen der Teilnehmer im Experiment geben die von ihnen abgefragten positiven und negativen Kommentare zum Experiment. In der Tabelle 6.4 (positive Kommentare – getrennt nach den

verschiedenen Treatments) und Tabelle 6.5 (negative Kommentare) haben wir versucht, die Kommentare zu kategorisieren. Dabei wurde jeder Kommentar einer Versuchsperson nur einmal gezählt, auch wenn darin eventuell verschiedene Punkte angesprochen wurden. Wir haben uns in einem solchen Fall auf das erstgenannte bzw. dominierende Motiv beschränkt. Weiterhin wurde von detaillierteren Formulierungen der Teilnehmer abstrahiert, um eine einfache Kategorisierung der Kommentare zu ermöglichen. Leider läßt sich wegen der Vielfalt der Kommentare zwischen den Treatments kein klarer Trend erkennen.

Der über alle Experimente am häufigsten genannte positive Kommentar (36 Nennungen) war die Aussicht auf den „Gewinn“ am Ende des Experiments. Dies ist positiv zu bewerten, da in einem Experiment die Motivation der Teilnehmer durch monetäre Auszahlungen gegeben sein sollte. Erstaunlicherweise folgt auf Platz zwei (33 Nennungen) die Tatsache, daß kein „Zeitdruck“ bzw. „Ruhe“ während des Experiments vorhanden war. Vielen Teilnehmern erschien aber auch allein die Tatsache, daß sie an einem „Spiel/Experiment“ teilnehmen (31 Nennungen) bzw. die Freude am „Lernen/ Denken/ Planen“ (ebenfalls 31 Nennungen) erwähnenswert.

Negativer Kommentar	-1	-2	-3	S-1	S-2	Alle
nichts/keine Angaben	21	13	7	11	12	64
zu lang/zu viele Runden/monoton	5	15	4	11	17	52
eigene Unfähigkeit/Pech/Ärger/Unlust	6	3	11	6	2	28
Mißverständnis/anstrengend/komplex	1	2	10	5	3	21
Bildschirmanzeige/Computerbedienung	2	4	2	3	8	19
zufallsabhängig/Zweifel am Zufall	4	1	3	2	3	13
Schlechte Anleitung	3	2	3	4	1	13
Streß/Zeitaufwand/Zeitprobleme	5	3	1	–	1	10
Versuchskaninchen/Atmosphäre	–	2	3	2	1	8
16 PA/Situationsfragebogen	1	3	–	3	–	7
Vorschlag zur Modelländerung	–	1	3	1	1	6
zu wenig Geld	–	1	2	–	–	3
banal/zu einfach	1	–	1	–	1	3
Kritik am Experimentator	1	–	–	2	–	3
Summe	50	50	50	50	50	250

Tabelle 6.5: Negative Kommentare zum Experiment

Die höchste Anzahl von Teilnehmern (64 Nennungen) konnte oder wollte nichts negatives anmerken. Eine wichtige Kritik an diesem Experiment findet sich allerdings darin, daß es viele Teilnehmer als „zu lang“ empfunden haben oder daß „zu viele Runden“ gespielt wurden (insgesamt 52 Nennungen). Diese empfundene Eintönigkeit des Experiments kann einem gewünschten Lerneffekt entgegenwirken. Viele Teilnehmer ärgerten sich über sich selbst, indem sie ihre eigene Unfähigkeit, mit der Situation fertigzuwerden, negativ nannten (28 mal).

6.1.4 Veränderung von Spielstrategien

In einer Seminararbeit (Albin und Göksaltik, 1998) wurde versucht, das bisher sequentielle Spiel aus dem ersten Experiment (hier wurde wieder nur das risikoreichere und damit interessantere Produkt-Treatment verwendet) so durchzuführen, daß den Teilnehmern Gelegenheit gegeben wird, ganze Spielstrategien abzugeben. Für dieses Experiment wurde also der sequentielle Aspekt intertemporaler Entscheidungen völlig aufgegeben. Man muß nicht mehr sein eigenes Verhalten in der Zukunft antizipieren, sondern man muß sich zeitgleich dafür entscheiden. Zu diesem Zweck wurde ein Computerprogramm entwickelt, bei dem die Teilnehmer den gesamten Entscheidungsbaum auf einen Blick auf dem Bildschirm sehen können und dort ihre eingegebenen „Strategien ausprobieren“ und sukzessive verbessern können (vgl. Abbildung D.3 im Anhang).

Zu diesem Zweck standen den Teilnehmern verschiedene Hilfsmittel zur Verfügung. Nachdem sie die ersten Werte in den Baum eingetragen hatten, wurde ihnen neben den jeweiligen Eingabefeldern sofort ihr möglicher Gewinnbetrag angezeigt, falls das Spiel an dieser Stelle endet. Ebenfalls wurde am Fuß der jeweiligen Pfade der für diesen Pfad verbleibende Restbetrag angezeigt, so daß man direkt abschätzen konnte, welcher Anteil des Anfangsbetrages noch zur Verfügung steht. Darüber hinaus standen den Teilnehmern einige Buttons zur Verfügung, mit denen sie das Minimum, das Maximum, den Erwartungswert und die Varianz der derzeitigen Spielstrategien abrufen konnten. Weiterhin stand ihnen ein Taschenrechner zur Verfügung. Hatten die Teilnehmer nun eine vollständige Strategie spezifiziert, so konnten sie durch die Aktivierung eines „Probelaufes“ am Bildschirm verfolgen, wie ein möglicher Spielverlauf aussehen könnte. Dabei wurden die Zufallszüge des Spiels mit den tatsächlichen Wahrscheinlichkeiten beispielhaft ausgeführt. War ein Teilnehmer nun mit seiner Strategie nicht zufrieden, so konnte er diese beliebig ändern. Eine „Historie“-Funktion ermöglichte dabei den Zugriff auf Strategien vergangener Probelläufe, d.h. falls man mit seinen Veränderungen nicht zufrieden war, so hatte man die Möglichkeit alte Strategien wieder abzurufen.

Die Teilnehmer hatten insgesamt eine Stunde Zeit, an ihrer Strategie zu arbeiten, bevor das Spiel dann tatsächlich mit der zu diesem Zeitpunkt gültigen Strategie durchgeführt und ausbezahlt wurde. Bis zur zweiten Auszahlungsrunde hatten die Teilnehmer nun wiederum die Möglichkeit, ihre Strategie zu verbessern. Ziel der Untersuchung war es zu beobachten, ob die Teilnehmer das auf diese Weise dargestellte Problem besser lösen, als wenn sie es 12 mal hintereinander als sequentielles Spiel spielen. Es war auch die Frage, welche der zur Verfügung gestellten Hilfsmittel von den Teilnehmern auch benutzt werden und ob sich die Strategien der Teilnehmer im Laufe der Zeit verbessern. Die Untersuchung wurde mit 15 Teilnehmern durchgeführt.

Die Teilnehmer haben die Hilfsmittel (Minimum, Maximum, Erwartungswertrechner, Varianzrechner und Taschenrechner) sehr unterschiedlich stark in Anspruch genommen. Die Teilnehmer haben im Durchschnitt 50 Aktionen (Minimum 20, Maximum 141) mit diesen Hilfsmitteln durchgeführt. Am stärksten wurde der Erwartungswertrechner mit durchschnittlich 21 mal (Minimum 0, Maximum 77) verwendet. Daraus läßt sich erkennen, daß die Teilnehmer sehr stark unterschiedliche Vorgehensweisen bei der Erstellung ihrer Strategie hatten. Nach der ersten Auszahlung wollten 7 Teilnehmer ihre Strategie nicht mehr verändern, von den anderen 8 Teilnehmern haben 6 den Erwartungswert für die zweite Auszahlungsrunde verbessert und 2 verschlechtert. Der Erwartungswert aller Strategien ist in der ersten Auszahlungsrunde 29;41 DM und in der zweiten Aus-

zahlungsrunde 30; 44 DM. Damit konnte der Erwartungswert der Auszahlung insgesamt leicht gesteigert werden. Auch konnte eine geringe Verbesserung zur Durchschnittsauszahlung des ersten Experiments (27; 62 DM) erreicht werden. Bezüglich der von uns in der ersten Studie gefundenen Maße (z.B. $\bar{x} = \frac{x_1+x_2+x_3}{11,92}$ oder $x_3 > x_4 > x_5 > x_6$) konnten ähnliche Werte, allerdings kann kaum eine Verbesserung gegenüber dem ersten Experiment, festgestellt werden.

6.1.5 Einbettung des Experiments in komplexere Situationen

Bei der Suche nach weiteren Möglichkeiten, die Forschung an den hier vorgestellten Experimenten zu vertiefen, ist die Idee entstanden, diese in komplexere Situationen einzubinden. In einer weiteren Arbeit (Anderhub, Giese, Güth, Hoffmann und Otto, 1999) wurde das zweite (vereinfachte) Experiment als einkommensgenerierender Prozeß für ein Steuerhinterziehungsexperiment verwendet. In vielen Experimenten wird den Teilnehmern normalerweise ein ...xes oder stochastisches Einkommen zugewiesen (wie auch in unserem Experiment), was aber mehr oder weniger willkürlich erscheint und von den Versuchspersonen als „Geschenk“ wahrgenommen wird. Es scheint in einigen ökonomischen Experimenten daher wichtig, daß die Teilnehmer ihr Einkommen nicht nur zugewiesen bekommen, sondern daß es von ihnen selbst „erarbeitet“ wird. Es konnte vielfach nachgewiesen werden (z.B. Fahr und Irlenbusch, 1998), daß solche sogenannten „Real-Export“ Experimente andere Ergebnisse hervorbringen als ihre Gegenstücke mit zugewiesenem Einkommen (beispielsweise sind Versuchspersonen etwa im Ultimatum-Spiel weniger bereit, von ihrem Gewinn an andere Versuchspersonen abzugeben). Die Höhe des monetären Gewinns aus unserem Experiment basiert auf einer Kombination von Zufall, geschickter Überlegung und investierter Zeit. Daher haben die Teilnehmer am Ende des Experiments das Gefühl „etwas für ihr Geld getan“ zu haben.

	immer ehrlich	wechselnd	immer hinterzogen	Alle
4 Perioden	32=71	24=41	41=43	97=155
5 Perioden	12=68	25=41	33=44	70=153
6 Perioden	8=65	15=38	27=45	50=148
Alle	52=204 (25; 5%)	64=120 (53; 3%)	101=132 (76; 5%)	217=456 (47; 6%)

Tabelle 6.6: Anzahl der Gleichaufteilungen nach Verhalten bei der Steuererklärung

In der angesprochenen Arbeit wurden jeweils drei Runden des vereinfachten Sparexperiments durchgeführt. Das dabei erzielte Einkommen mußte dann in einer Steuererklärung deklariert werden, welche mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit von der Experimentleitung geprüft wurde. Bei einer versuchten Steuerhinterziehung mußte sowohl der hinterzogene Betrag, als auch eine feste Strafe bezahlt werden. Diese Prozedur wurde in vier Phasen wiederholt, wobei für die letzten zwei Phasen ein erhöhter Steuersatz galt. In dem Experiment hat sich gezeigt, daß ein höheres Einkommen tendenziell zu mehr Steuerhinterziehungen führt, ein Ansteigen der Steuern aber nicht. Die Teilnehmer konnten aufgrund ihres Verhaltens bei der Steuererklärung in drei Gruppen eingeteilt werden: immer ehrliche Steuerzahler, immer Steuer hinterziehende Teilnehmer und Teilnehmer

mit wechselndem Verhalten bei der Steuererklärung. In einer vertiefenden Analyse, wurde analog zum zweiten Experiment die Anzahl der Gleichaufteilungen mit deterministischem Zeithorizont untersucht. Dabei konnte der Zusammenhang gefunden werden, daß Teilnehmer, die ihre Steuern immer ehrlich bezahlt haben, weniger Gleichaufteilungen vorgenommen haben (also in gewisser Weise nicht so schlau waren), als solche, die wechselndes Deklarationsverhalten gezeigt haben bzw. ihre Steuern immer hinzogen haben (vgl. Tabelle 6.6).

6.2 Zusammenfassung

6.2.1 Drei Komplexitätsstufen

In den ersten drei Kapiteln dieser Arbeit haben wir drei ähnliche, aber verschieden komplexe Entscheidungsprobleme analysiert. In allen drei Fällen war es für die Teilnehmer nahezu unmöglich, die optimale Lösung zu ermitteln. Bei der Analyse des ersten Experiments haben wir versucht, qualitative Aussagen zu bestimmten bedingt rationalen Kriterien zu machen. Durch die Vereinfachung im zweiten Experiment konnten einige von den Versuchspersonen angewendete Heuristiken aus den Daten extrahiert werden. Wegen der Erweiterung des Modells im dritten Experiment haben wir uns dort auf die Analyse der Investitionsmöglichkeit konzentriert.

Das einfachste Maß, mit dem wir alle drei Analysen vergleichen können, ist die erzielte EΦizienz ($U=U^*$) im Vergleich zur optimalen Lösung. Dabei beschränken wir uns hier lediglich auf den Vergleich des Produkt-Treatments, da hier für alle drei Komplexitätsstufen Ergebnisse vorliegen. Wie aus Tabelle 6.7 zu erkennen ist, sinkt die EΦizienz der Teilnehmer mit der Komplexität des Entscheidungsproblems. Der Begriff Komplexität steht hier für die Unterschiede in der stochastischen Struktur der Experimente (Anzahl der Zufallszüge bzw. Anzahl möglicher Spielausgänge).

Komplexität des Entscheidungsproblems	EΦizienz		
	1. Zyklus	2. Zyklus	beide Zyklen
einfach – (zweite Analyse)	; 86	; 88	; 87
mittel – (erste Analyse)	; 79	; 78	; 79
sehr komplex – (dritte Analyse)	; 49	; 51	; 50

Tabelle 6.7: EΦizienz abhängig von der Komplexität des Entscheidungsproblems

Zwei Phänomene können diesen EΦizienzverlust verursachen. Einerseits scheint es vorstellbar, daß ein menschlicher Entscheider bei einfachen Problemen nach exakten Berechnungen sucht, bei komplexeren Problemen aber nach vereinfachten Problemlösungsstrategien sucht. Je stärker also die Diskrepanz zwischen tatsächlicher Problemstellung und Strategie zur Problemlösung ist, desto höhere EΦizienzverluste sind zu erwarten. In unserem Fall scheint aber andererseits eine problemimmanente Komponente zum EΦizienzverlust beizutragen. So konnten wir schon im jeweiligen Vergleich des Summen- und des Produkt-Treatments feststellen, daß sich geringe Abweichungen von der optimalen Lösung in den verschiedenen Treatments unterschiedlich auswirken. Vergleichbare Handlungen in verschiedenen Treatments führen also zu unterschiedlich hohen Verlusten. Ein

ähnlicher Effekt scheint hier über die drei verschiedenen komplexen Experimente hinweg eine Rolle zu spielen. Bei dem nach der dritten Periode feststehenden Planungshorizont in der einfachen (zweiten) Analyse, ist der Spielausgang bekannt und das Spiel wird unter Sicherheit fortgesetzt. Fehler, die mit dem sicheren Planungshorizont gemacht werden, verursachen offensichtlich weniger Effizienzverluste als in der stochastischen Situation der ersten Analyse. In der sehr komplexen (dritten) Analyse führen Fehler tendenziell sogar zu geringerem Einkommen, was sich natürlich wesentlich auf die Möglichkeiten bei den weiteren Konsumentenentscheidungen auswirkt.

6.2.2 Verhalten in dynamischen Entscheidungsproblemen – Sparverhalten

In dem Übersichtsartikel Anderhub und Güth (1999) wird auch gefragt, welche Rückschlüsse man nun aus der Experimentserie auf das Verhalten in dynamischen Entscheidungsproblemen bzw. das Sparverhalten ziehen kann. Nach Auswertung der Experimente scheint sich zu bestätigen, daß menschliche Entscheider sich nicht nach dem Konzept der dynamischen Programmierung richten. Dieses Resultat wurde auch von Hey und Carbone (1997) bei einem einfacheren Auswahlproblem eindeutig bestätigt.

Von menschlichen Entscheidern werden oft Heuristiken gesucht, die ein vorliegendes Entscheidungsproblem vereinfachen. Speziell in Sparexperimenten mit einer stochastischen Lebensdauer könnte ein solcher einfacher Entscheidungsgenerator beispielsweise die erwartete Lebenslänge $E\tau$ berechnen und daraufhin einen konstanten Konsumlevel $S_t = E\tau$ wählen. Diese Verhaltensweise konnte insbesondere in der zweiten experimentellen Analyse nachgewiesen werden.¹ Der gewählte Konsumlevel könnte regelmäßig durch Neuberechnung von $E\tau$ aufdatiert werden. Je nach Persönlichkeit bzw. nach Änderung fundamentaler Ausgangsdaten, kann diese Neuberechnung einmal pro Periode oder nach einem längeren Zeitintervall (z.B. 10 Jahre) durchgeführt werden. Diese einfachen Heuristiken können nun natürlich beliebig verfeinert werden. Eine geringfügig erweiterte Idee wäre z.B. die verfügbaren Mittel S von vorn herein in zwei Komponenten S_C und S_P mit $S_C + S_P = S$ aufzuteilen. Hierbei würde der Anteil S_C als verfügbarer Konsumanteil betrachtet, der wie bisher auch mit $S_t = E\tau$ in jeder Periode verbraucht wird. Der Anteil S_P wird für unerwartete Ereignisse gespart, hier z.B. ein längeres Leben als erwartet oder einen schlechten Ausgang von Investitionen. Diese Vorgehensweise können wir als Vorsichtssparen betrachten. Beispielsweise zeigt sich ein solches Verhalten in der dritten experimentellen Analyse. So wurde nicht der gesamte Betrag S_1 in den Konsum x_1 oder die risikobehaftete Anlage y aufgeteilt, sondern es wurde zur Vorsicht ein Anteil aufgespart, der weder konsumiert noch investiert wurde. Die aufgezeigten Effekte können natürlich nur ein erster Hinweis zur Formulierung des Entscheidungsprozesses bei beschränkt rationalen Entscheiden sein.

Wie Brandstätter und Güth (1998) gezeigt haben, scheinen auch psychologische Faktoren (z.B. erhoben durch den 16PA nach Brandstätter, 1988) nicht nur in interaktiven, sondern auch in individuellen, dynamischen Entscheidungsproblemen eine wichtige Rolle zu spielen. Wie Persönlichkeitsunterschiede auf die kognitive Wahrnehmung wirken bzw. welche Unterschiede sich daraus für die Generierung von Entscheidungen ergeben, ist aber nach wie vor ungeklärt.

¹ Im Summen-Treatment des zweiten Experiments wurde der Betrag $x_1 = 11;92 = 5 + 2;38$ in 29,5% der Fälle gewählt.

Ein paar wenige Hinweise, welche Vorgehensweisen im Entscheidungsprozeß eine Rolle spielen, können Studien wie Köhler (1996) oder Albin und Göksaltik (1998) geben, die auch Planungsentscheidungen analysieren bzw. eine gezielte Analyse vom Entscheider abgefragter Informationsquellen ermöglicht. Die Schwierigkeit bei dieser Art von Studien ist allerdings immer die Frage, ob die gezielt zur Verfügung gestellten Hilfsmittel nicht auch den eigentlichen Problemlösungsprozeß beeinflussen. So könnte ein Erwartungswertrechner (wie in Albin und Göksaltik, 1998) die Fixierung der Teilnehmer auf die Erwartungswertmaximierung erst hervorrufen.

Aufgrund der schwachen und teilweise inkonsistenten experimentellen Ergebnisse, fällt es schwer, generelle Schlußfolgerungen zu ziehen. Wie die meisten Studien zeigen, besteht generell das Problem, daß bei einer unsicheren Zukunft nicht in alle Möglichkeiten vollständig durchdacht werden. Darüber hinaus scheinen bei vielen Teilnehmern Schwierigkeiten zu bestehen, die prinzipielle Struktur eines solchen komplexen Problems zu erfassen. Entscheidungen in solchen Situationen sind auch oft stark von der Prominenz der Zahlen beeinflußt (siehe auch Albers und Albers, 1983). Oft werden Wahrscheinlichkeiten aus verschiedenen Gründen über- oder unterschätzt. Einige Entscheidungen lassen sich aber unter keinen Umständen mehr rationalisieren, d.h. es liegt nahe, daß oft generelle Verständnisschwierigkeiten bestehen. Über den kognitiven Prozeß kann also mehr oder weniger nur spekuliert werden (siehe Anderhub und Güth, 1999). Wenn es schon nicht gelingt, ein eindeutiges Bild der individuellen Entscheidungs...ndung zu zeichnen, so erscheint es fraglich, wie auf dieser Basis interaktive Entscheidungen vollständig beschrieben werden können. In jedem Fall sind weitere Studien dieser Art notwendig, um dem Fernziel einem tieferen Verständnis des Prozesses der Entscheidungs...ndung in dieser speziellen Klasse, aber schließlich auch für größere Problemklassen, näher zu kommen.

Über die verschiedenen Treatments hinweg konnten einige Regularitäten des Verhaltens in intertemporalen Entscheidungssituationen gefunden werden. In der Regel wird auf gegebene Informationen im Aggregat zwar richtig reagiert, auf individueller Ebene läßt sich dies jedoch nur schwer nachweisen. Bezogen auf das reale Sparverhalten könnte man also vermuten, daß eine Änderung von wirtschaftlichen Rahmenbedingungen, z.B. eine Erhöhung von Zinssätzen, tatsächlich im Aggregat eine gewünschte Reaktion hervorrufen wird (in diesem Fall zu einer Erhöhung der Sparquote führen wird). Allerdings werden individuelle, stochastische Einflüsse bzw. individuelle Entscheidungen diese neuen Rahmenbedingungen nicht in vollem Umfang berücksichtigen.

Der explorative Charakter der Studien zeigt aber auch viele interessante Aspekte des intertemporalen Entscheidungsverhaltens auf. So konnten z.B. interessante Strategieansätze identi...ziert werden. Diese, auf experimentelle Weise identi...zierten Verhaltensmuster, können sowohl in theoretische als auch in empirische Forschungsansätze miteinbezogen werden. Unter Umständen können solche Konzepte einige Panel-Daten viel besser erklären als herkömmliche Lebenszyklusmodelle.

Literaturverzeichnis

- Albers, W. und G. Albers (1983): On the prominence structure of the decimal system, in: Decision making under uncertainty, Elsevier Amsterdam, 271–287.
- Albin, A. und I. Göksaltik (1998): Konsumverhalten unter Unsicherheit – Eine experimentelle Beobachtung der Veränderung von Spielstrategien, Seminararbeit, Humboldt-Universität Berlin.
- Anderhub, V. (1998): Dynamic decision making with updating and deterministic time horizon, Discussion Paper, Nr. 73, Sonderforschungsbereich 373, Humboldt-Universität Berlin.
- Anderhub, V., Giese, S., Güth, W., A. Hoffmann, und T. Otto (1999): Tax evasion with earned income and varying tax rates, Discussion Paper, Humboldt-Universität Berlin.
- Anderhub, V., Gneezy, U., Güth, W. und D. Sonsino (1999): On the interaction of risk and time preferences, –An experimental study–, Discussion Paper, Humboldt-Universität Berlin.
- Anderhub, V. und Güth, W. (1999): On intertemporal allocation behavior – A selective survey of saving experiments, Discussion Paper, Nr. 8, Sonderforschungsbereich 373, Humboldt-Universität Berlin.
- Anderhub, V., W. Güth, W. Härdle, W. Müller und M. Strobel: On saving, updating and dynamic programming –An experimental analysis–, Discussion Paper Economic Series, Nr. 100, Humboldt-Universität Berlin.
- Anderhub V., R. Müller und C. Schmidt: Design and evaluation of an economic experiment via the Internet, Discussion Paper, Nr. 69, Sonderforschungsbereich 373, Humboldt-Universität Berlin.
- Ando, A. und F. Modigliani (1963): The life cycle model: Aggregate implications and test, American Economic Review.
- Baier, A., F. Bolle, L. Buschbaum und M. Swiniarska (1997): Please believe me! – Bargaining under incomplete information with communication, Discussion Paper, Nr. 98, Fakultät für Wirtschaftswissenschaften, Europa-Universität Viadrina, Frankfurt (Oder).
- Ballinger, T.P., M.G. Palumbo und N.T. Wilcox (1998): Precautionary saving in the laboratory, Discussion Paper, Department of Economics, University of Houston.

- Becker, G.S. und K.M. Murphy (1988): A theory of rational addiction, *Journal of Political Economy*, 96, 675–700.
- Berg J., R. Forsythe und T. Rietz (1997): What makes markets predict well? Evidence from the Iowa electronic markets, in: Albers, Güth, Hammerstein, Moldovanu und van Damme (Hrsg.), *Essays in Honor of Reinhard Selten*, Springer Verlag Berlin, 444–463.
- Brandstätter, H. (1988): Sechzehn Persönlichkeits-Adjektivskalen (16 PA) als Forschungsinstrument anstelle des 16 PF, *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, Band XXXV, Heft 3, 370–391.
- Brandstätter, H. und W. Güth (1998): A psychological approach to individual differences in intertemporal consumption patterns, *Discussion Paper*, Nr. 57, Humboldt-Universität Berlin.
- Bush, R. und Mosteller, F. (1955): *Stochastic models for learning*, Wiley, New York.
- Camerer, C. (1995): Individual decision making, in: *Handbook of experimental economics*, Kagel, J.H. und A.E. Roth (Hrsg.), Princeton University Press.
- Davis, D.D. und Holt, C.A. (1993): *Experimental Economics*, Princeton University Press.
- Fahr, R., and B. Irlenbusch (1998): Fairness as a Constraint on Trust in Reciprocity – An Experimental Observation, *Discussion Paper*, Nr. B-439, SFB 303, Universität Bonn.
- Fehr, E. und P. Zych (1995): Die Macht der Versuchung: Irrationaler Überkonsum in einem Suchtexperiment, *Zeitschrift für Wirtschafts- und Sozialwissenschaften* 114, Heft 4, 569–604.
- Friedman, D. und S. Sunder (1994): *Experimental Methods – A primer for economists*, Cambridge University Press.
- Güth, W. (1995): On the construction of preferred choices – The case of ultimatum proposals, *Discussion Paper*, Nr. 59, Economics Series, Humboldt-Universität Berlin.
- Güth, W., E. van Damme und M. Weber (1993): The normative and behavioral concept of risk aversion – An experimental study, *Working Paper*, Tilburg University.
- Hall, R.E. (1978): Stochastic implications of the life cycle – permanent income hypothesis: theory and evidence, *Journal of Political Economy*, 86, 971–987.
- Hey, J. und V. Dardanoni (1988): Optimal consumption under uncertainty: An experimental investigation, *The Economic Journal*, 98, 105–116.
- Hey, J. und E. Carbone (1997): How do people tackle dynamic decision problems?, *Discussion Paper*, University of York.
- Johnson, S., L. Kotlikoff und W. Samuelson (1987): Can people compute? An experimental test of the life cycle consumption model, *Working Paper*, Harvard University.

- Kirchler, E. M. (1999): *Wirtschaftspsychologie, Grundlagen und Anwendungsfelder der Ökonomischen Psychologie*, 2. überarbeitete Auflage, Hogrefe-Verlag.
- Köhler, J. (1996): *Making saving easy: An experimental analysis of savings decisions*, Preliminary version, Department of Economics and Related Studies, University of York.
- Modigliani, F. und R. Brumberg (1954): *Utility analysis and the consumption function: An interpretation of cross-section data*, *Post-Keynesian Economics*, Kenneth K. Kurihara (Hrsg.), New Brunswick, N.J., Rutgers University.
- Müller, W. (1997): *Strategies, heuristics and the relevance of risk aversion in a dynamic decision problem*, mimeo, Humboldt-Universität Berlin.
- Reips, U.-D. (1997): *Das psychologische Experimentieren im Internet*, in: B. Batinić (Hrsg.), *Internet für Psychologen*, 444–463, Hogrefe-Verlag.
- Selten, R. und J. Buchta (1994): *Experimental sealed bid ...rst price auction with directly observed bid functions*, Discussion Paper, Nr. B-270, Sonderforschungsbereich 303, University of Bonn.
- Selten, R., A. Sadrieh und K. Abbink (1995): *Money does not induce risk neutral behavior, but binary lotteries do even worse*, Discussion Paper, Nr. B-343, Sonderforschungsbereich 303, Universität Bonn.
- Schmidt, C. (1998): *Experimental economics via the Internet in the context of individual decision making – Design and evaluation*, Diplomarbeit, Humboldt-Universität Berlin.
- Sterman, J. D. (1989): *Deterministic chaos in an experimental economic system*, *Journal of Economic Behavior and Organisation*, 12, 1–28.
- Wärneryd, K.-E. (1999): *The psychology of saving: A study on economic saving*, Edward Elgar Publishing.

Anhang A

Instruktionen zum ersten Experiment

Instruktionen

Diese Instruktionen sind während des gesamten Experiments auch über den Menüpunkt „Spiel/Instruktionen“ am Computer abrufbar. Um diese Spielanleitung zu beenden, klicken Sie entweder mit der Maus auf das kleine grüne Quadrat in der oberen linken Ecke des Fensterrahmens oder drücken die <Esc>-Taste.

Sie werden im folgenden in 12 Runden jeweils das gleiche Spiel spielen. In jeder Runde können Sie einen Gewinn in ECU (Experimental Currency Unit) erzielen. Zu Beginn des Experiments können Sie wählen, ob Ihr tatsächlicher Gewinn aus den einzelnen Rundengewinnen zufällig ausgelost werden soll, oder ob Ihr tatsächlicher Gewinn aus dem Durchschnitt der Rundengewinne berechnet werden soll. In jedem Fall wird Ihnen Ihr tatsächlicher Gewinn nach Auswertung der Daten in bar ausgezahlt. Für dieses Experiment gilt ein Wechselkurs von 1 ECU = 1 DM.

Ihre Aufgabe ist, pro Runde einen vorgegebenen Geldbetrag möglichst optimal auf mehrere Perioden zu verteilen. Je besser es Ihnen gelingt, desto höher wird Ihr Rundengewinn ausfallen. Sie spielen insgesamt 12 Runden. Sie können zu Beginn des Experiments wählen, ob Ihr Gewinn aus den Runden-gewinnen der einzelnen Runden ausgelost werden soll, oder ob Ihr Gewinn aus dem Durchschnitt der Rundengewinne berechnet werden soll. In jedem Fall wird Ihnen Ihr Gewinn nach Auswertung der Daten in bar ausgezahlt.

Das Prinzip einer Runde besteht darin, in jeder Periode dieser Runde einen Geldbetrag auszugeben. Ihr Rundengewinn berechnet sich aus dem Produkt der einzeln ausgegebenen Beträge. Die Schwierigkeit ist es, daß Sie die Anzahl der Perioden nicht mit Sicherheit kennen. Es können drei, vier, fünf, oder sechs Perioden sein. Sie werden auf jeden Fall drei Perioden erleben. Ob Sie eine vierte, fünfte oder sechste Periode erleben, wird durch Würfeln bestimmt. Dazu existieren insgesamt drei verschiedene Würfel mit den Farben rot, gelb und grün. In der folgenden Tabelle sehen Sie, in welchen Fällen Sie eine weitere Periode erleben.

Würfelfarbe	Keine weitere	Vierte bzw. fünfte bzw. sechste
	Periode bei Augenzahl	Periode bei Augenzahl
rot	1,2,3	4,5,6
gelb	1,2	3,4,5,6
grün	1	2,3,4,5,6

Mehr als sechs Perioden sind jedoch auf keinen Fall möglich.

Zu Beginn wissen Sie noch nicht, welcher Würfel für Sie verwendet wird. Diese Information erhalten Sie erst, nachdem Sie einige Entscheidungen bereits getroffen haben.

Eine Runde des Experiments läuft folgendermaßen ab:

1. Periode) Sie bekommen einen Gesamtbetrag S zur Verfügung gestellt, den Sie nach und nach in den Perioden ausgeben können. Sie können insgesamt nur diesen Betrag ausgeben. Sie wählen einen Betrag x_1 , den Sie in der ersten Periode ausgeben möchten. Überlegen Sie bitte genau, wieviel Sie ausgeben und wieviel Sie für die folgenden Perioden übrigbehalten.

Nach Ihrer Entscheidung wird einer der drei möglichen Würfel ausgeschlossen. Sie wissen dann also, welcher von den drei Würfeln nicht für das Auswürfeln der vierten, fünften bzw. sechsten Periode verwendet wird.

2. Periode) Sie wählen einen Betrag x_2 , den Sie in der zweiten Periode ausgeben möchten. Sie können natürlich nicht mehr ausgeben, als Sie in der ersten Periode übrigbehalten haben. Nach Ihrer Entscheidung wird ein weiterer Würfel ausgeschlossen. Sie wissen jetzt, welcher Würfel beim Auswürfeln der vierten, fünften bzw. sechsten Periode tatsächlich verwendet wird.
3. Periode) Sie wählen einen Betrag x_3 , den Sie in der dritten Periode ausgeben möchten. Nach Ihrer Entscheidung wird der Computer auswürfeln, ob Sie eine vierte Periode erleben. Dazu wird der nicht ausgeschlossene Würfel verwendet. Falls Sie keine vierte Periode erleben, dann ist die Runde hier beendet. Der Betrag der von Ihnen noch nicht ausgegeben wurde verfällt.
4. Periode) Falls Sie die vierte Periode erleben, dann wählen sie einen Betrag x_4 , den Sie in der vierten Periode ausgeben. Danach wird wiederum gewürfelt.
5. Periode) Falls Sie diese Periode erleben, dann wählen sie einen Betrag x_5 , den Sie in der fünften Periode ausgeben. Danach wird wiederum gewürfelt.
6. Periode) Falls Sie diese Periode erleben, müssen Sie keine Entscheidung mehr treffen, da automatisch alles, was noch übrig ist, für Sie ausgegeben wird.

Ihr Gewinn berechnet sich aus dem Produkt aller Ausgaben in den Perioden, die Sie erlebt haben. Wenn Sie z.B. vier Perioden erlebt haben, dann beträgt Ihr Gewinn

$$G = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4:$$

Wenn Sie zum Beispiel alle sechs Perioden erleben, dann beträgt Ihr Gewinn

$$G = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6:$$

wobei x_6 dem Betrag entspricht, den Sie in der fünften Periode übrigbehalten haben. Bitte beachten Sie folgendes: Sollten Sie in einer Periode den Betrag 0 ausgeben, dann wird Ihr Gewinn auch 0 sein, da einer der Faktoren 0 ist. Dies kann passieren, wenn Sie

zum Beispiel in der vierten Periode alle noch nicht verbrauchten Mittel ausgeben, die fünfte Periode aber noch erleben. Dann müssen Sie in der fünften und eventuell in der sechsten Periode 0 ausgeben mit dem Ergebnis, den Gewinn 0 zu bekommen. Sie müssen also letztendlich das Risiko einer vorzeitigen und vollständigen Verwendung Ihrer Mittel gegenüber dem Verfall Ihrer Mittel bei frühzeitigem Ende abwägen.

Zusätzlich zu den Entscheidungen x1 bis x4 werden Sie auch über Ihre Pläne bezüglich künftiger Ausgaben befragt. Sie sind in späteren Perioden nicht an diese Planungsangaben gebunden. Entscheidend für den Gewinn sind nur die Angaben x1 bis x5 bzw. die Ergebnisse der Würfel. Trotzdem vertrauen wir darauf, daß Sie die Planungsangaben gewissenhaft ausfüllen.

Unter dem Menüpunkt „Spiel“ finden Sie folgende Hilfsmittel, die Sie bei Ihrer Entscheidung verwenden können:

„Instruktionen“:	Dieser Text.
„Kurzübersicht“:	Zeigt, mit welchem Würfel Sie wieviele Perioden erleben.
„Protokoll“:	Dokumentation des bisherigen Experimentverlaufs.
„Taschenrechner“:	Taschenrechner (Achtung: Keine Punkt- vor Strichrechnung).

Vor und nach dem eigentlichen Experiment werden Ihnen noch einige Fragen zu Ihrer Person und zum Experiment gestellt. Unter anderem bitten wir Sie anzugeben, inwieweit Sie bestimmte Persönlichkeitseigenschaften als zutreffend für die Beschreibung Ihrer Person beurteilen. Dabei wird Ihnen auf einer Skala jeweils ein Paar von Begriffen angeboten; Sie können dann auf dem Bildschirm einen Zeiger an die Stelle bewegen, die Ihnen Ihre tatsächliche Persönlichkeit wiederzugeben scheint. Zwischen den Skalen können Sie sich mittels der Tab-Taste bewegen. Ihre Angaben bleiben anonym, da wir alle Daten nur Ihrer Code-Nummer, nicht aber Ihrer Person zuordnen können. Also bitte: Antworten Sie ehrlich und vollständig!

Falls Sie irgendwelche Fragen zum Experiment haben, heben Sie bitte Ihre Hand. Wir werden dann versuchen, Ihre Frage privat zu beantworten. Bitte sprechen Sie nicht mit Ihrem Nachbarn, da ein Informationsaustausch die Daten für uns unbrauchbar machen würde. Wir müßten sie dann vom Experiment ausschließen und könnten Ihnen auch keinen Gewinn auszahlen.

Instruktionen

Diese Instruktionen sind während des gesamten Experiments auch über den Menüpunkt „Spiel/Instruktionen“ am Computer abrufbar. Um diese Spielanleitung zu beenden, klicken Sie entweder mit der Maus auf das kleine grüne Quadrat in der oberen linken Ecke des Fensterrahmens oder drücken die Esc-Taste.

Sie werden im folgenden in 12 Runden jeweils das gleiche Spiel spielen. In jeder Runde können Sie einen Gewinn in ECU (Experimental Currency Unit) erzielen. Zu Beginn des Experiments können Sie wählen, ob Ihr tatsächlicher Gewinn aus den einzelnen Rundengewinnen zufällig ausgelost werden soll, oder ob Ihr tatsächlicher Gewinn aus dem Durchschnitt der Rundengewinne berechnet werden soll. In jedem Fall wird Ihnen Ihr tatsächlicher Gewinn nach Auswertung der Daten in bar ausgezahlt. Für dieses Experiment gilt ein Wechselkurs von 1 ECU = 5 DM.

Jede Runde besteht aus mehreren Perioden. Sie bekommen zu Beginn der Runde einen Geldbetrag zur Verfügung gestellt, den Sie über die Perioden verteilt ausgeben dürfen. Ihr Rundengewinn berechnet sich dabei folgendermaßen:

$$\begin{aligned} \text{Rundengewinn} &= \text{Wurzel (Betrag in Periode 1)} \\ &\quad + \text{Wurzel (Betrag in Periode 2)} \\ &\quad + \dots \\ &\quad + \text{Wurzel (Betrag in Periode n)} \end{aligned}$$

Geld, das am Ende der Runde (nach der letzten Periode) noch nicht ausgegeben wurde, verfällt.

Die Schwierigkeit besteht darin, daß Sie die Anzahl der Perioden nicht mit Sicherheit kennen. Es können drei, vier, fünf, oder sechs Perioden sein. Sie werden auf jeden Fall drei Perioden erleben. Ob Sie eine vierte, fünfte oder sechste Periode erleben, wird durch Würfeln bestimmt. Dazu existieren insgesamt drei verschiedene Würfel mit den Farben rot, gelb und grün. In der folgenden Tabelle sehen Sie, in welchen Fällen Sie eine weitere Periode erleben.

Würfelfarbe	Keine weitere	Vierte bzw. fünfte bzw. sechste
	Periode bei Augenzahl	Periode bei Augenzahl
rot	1,2,3	4,5,6
gelb	1,2	3,4,5,6
grün	1	2,3,4,5,6

Mehr als sechs Perioden sind jedoch auf keinen Fall möglich.

Zu Beginn wissen Sie noch nicht, welcher Würfel für Sie verwendet wird. Diese Information erhalten Sie erst, nachdem Sie einige Entscheidungen bereits getroffen haben.

Eine Runde des Experiments läuft damit folgendermaßen ab:

1. Periode) Sie bekommen einen Betrag S zur Verfügung gestellt, den Sie nach und nach in den Perioden ausgeben können. Sie können insgesamt nur diesen Betrag ausgeben. Sie wählen einen Betrag x_1 , den Sie in der ersten Periode ausgeben möchten. Überlegen Sie bitte genau, wieviel Sie ausgeben und wieviel Sie für die

folgenden Perioden übrigbehalten. Nach Ihrer Entscheidung wird einer der drei möglichen Würfel ausgeschlossen. Sie wissen dann also, welcher von den drei Würfeln nicht für das Auswürfeln der vierten, fünften bzw. sechsten Periode verwendet wird.

2. Periode) Sie wählen einen Betrag x_2 , den Sie in der zweiten Periode ausgeben möchten. Sie können natürlich nicht mehr ausgeben, als Sie in der ersten Periode übrigbehalten haben. Nach Ihrer Entscheidung wird ein weiterer Würfel ausgeschlossen. Sie wissen jetzt, welcher Würfel beim Auswürfeln der vierten, fünften bzw. sechsten Periode tatsächlich verwendet wird.
3. Periode) Sie wählen einen Betrag x_3 , den Sie in der dritten Periode ausgeben möchten. Nach Ihrer Entscheidung wird der Computer auswürfeln, ob Sie eine vierte Periode erleben. Dazu wird der nicht ausgeschlossene Würfel verwendet. Falls Sie keine vierte Periode erleben, dann ist die Runde hier beendet. Der Betrag der von Ihnen noch nicht ausgegeben wurde verfällt.
4. Periode) Falls Sie die vierte Periode erleben, wählen sie einen Betrag x_4 , den Sie in der vierten Periode ausgeben. Danach wird wiederum gewürfelt.
5. Periode) Falls Sie diese Periode erleben, wählen sie einen Betrag x_5 , den Sie in der fünften Periode ausgeben. Danach wird wiederum gewürfelt.
6. Periode) Falls Sie diese Periode erleben, müssen Sie keine Entscheidung mehr treffen, da automatisch alles, was noch übrig ist, für Sie ausgegeben wird.

Ihr Rundengewinn berechnet sich aus der Summe der Wurzeln der Ausgaben in den Perioden, die Sie erlebt haben. Wenn Sie z.B. vier Perioden erlebt haben, dann beträgt Ihr Rundengewinn:

$$\text{Rundengewinn} = \text{Wurzel}(x_1) + \text{Wurzel}(x_2) + \text{Wurzel}(x_3) + \text{Wurzel}(x_4)$$

Wenn Sie zum Beispiel alle sechs Perioden erleben, dann beträgt Ihr Rundengewinn:

$$\begin{aligned} \text{Rundengewinn} = & \text{Wurzel}(x_1) + \text{Wurzel}(x_2) + \text{Wurzel}(x_3) \\ & + \text{Wurzel}(x_4) + \text{Wurzel}(x_5) + \text{Wurzel}(x_6), \end{aligned}$$

wobei x_6 dem Betrag entspricht, den Sie in der fünften Periode übrigbehalten haben.

Zusätzlich zu den Entscheidungen x_1 bis x_4 werden Sie auch über Ihre Pläne bezüglich künftiger Ausgaben befragt. Sie sind in späteren Perioden nicht an diese Planungsangaben gebunden. Entscheidend für den Gewinn sind nur die Angaben x_1 bis x_5 bzw. die Ergebnisse der Würfel. Trotzdem vertrauen wir darauf, daß Sie die Planungsangaben gewissenhaft ausfüllen.

Unter dem Menüpunkt „Spiel“ finden Sie folgende Hilfsmittel, die Sie bei Ihrer Entscheidung verwenden können:

„Instruktionen“:	Dieser Text.
„Kurzübersicht“:	Zeigt, mit welchem Würfel Sie wieviele Perioden erleben.
„Protokoll“:	Dokumentation des bisherigen Experimentverlaufs.
„Taschenrechner“:	Taschenrechner (Achtung: Keine Punkt- vor Strichrechnung).

Außerdem ...nden Sie nachfolgend eine Tabelle mit den Wurzeln der Zahlen von 0.00 bis 11.92.

Vor und nach dem eigentlichen Experiment werden Ihnen noch einige Fragen zu Ihrer Person und zum Experiment gestellt. Unter anderem bitten wir Sie anzugeben, inwieweit Sie bestimmte Persönlichkeitseigenschaften als zutreffend für die Beschreibung Ihrer Person beurteilen. Dabei wird Ihnen auf einer Skala jeweils ein Paar von Begriffen angeboten; Sie können dann auf dem Bildschirm einen Zeiger an die Stelle bewegen, die Ihnen Ihre tatsächliche Persönlichkeit wiederzugeben scheint. Zwischen den Skalen können Sie sich mittels der Tab-Taste bewegen. Ihre Angaben bleiben anonym, da wir alle Daten nur Ihrer Code-Nummer, nicht aber Ihrer Person zuordnen können. Also bitte: Antworten Sie ehrlich und vollständig!

Falls Sie irgendwelche Fragen zum Experiment haben, heben Sie bitte Ihre Hand. Wir werden dann versuchen, Ihre Frage privat zu beantworten. Bitte sprechen Sie nicht mit Ihrem Nachbarn, da ein Informationsaustausch die Daten für uns unbrauchbar machen würde. Wir müßten sie dann vom Experiment ausschließen und könnten Ihnen auch keinen Gewinn auszahlen.

Anhang B

Instruktionen zum zweiten Experiment

Instruktionen

Diese Instruktionen sind während des gesamten Experiments auch über den Menüpunkt „Spiel/Instruktionen“ am Computer abrufbar. Um diese Spielanleitung zu beenden, klicken Sie entweder mit der Maus auf das kleine grüne Quadrat in der oberen linken Ecke des Fensterrahmens oder drücken die <Esc>-Taste.

Ihre Aufgabe ist, pro Runde einen vorgegebenen Geldbetrag möglichst optimal auf mehrere Perioden zu verteilen. Je besser es Ihnen gelingt, desto höher wird Ihr Rundengewinn ausfallen. Sie spielen insgesamt 12 Runden. Sie können zu Beginn des Experiments wählen, ob Ihr Gewinn aus den Rundengewinnen der einzelnen Runden ausgelost werden soll, oder ob Ihr Gewinn aus dem Durchschnitt der Rundengewinne berechnet werden soll. In jedem Fall wird Ihnen Ihr Gewinn nach Auswertung der Daten in bar ausgezahlt. Für dieses Experiment gilt ein Wechselkurs von $1 \text{ ECU} = 0,50 \text{ DM}$.

Das Prinzip einer Runde besteht darin, in jeder Periode dieser Runde einen Geldbetrag auszugeben. Ihr Rundengewinn berechnet sich aus dem Produkt der einzeln ausgegebenen Beträge. Die Schwierigkeit ist, daß Sie die Anzahl der Perioden nicht mit Sicherheit kennen. Es können vier, fünf, oder sechs Perioden sein. Sie werden auf jeden Fall vier Perioden erleben. Ob Sie eine fünfte oder sechste Periode erleben, wird durch die Farbe eines Würfels bestimmt. Dazu existieren insgesamt drei verschiedene Würfel mit den Farben rot, gelb und grün. In der folgenden Tabelle sehen Sie, in welchen Fällen Sie wieviel Perioden erleben.

Würfelfarbe	Anzahl der Perioden
rot	4 Perioden
gelb	5 Perioden
grün	6 Perioden

Mehr als sechs Perioden sind jedoch auf keinen Fall möglich.

Zu Beginn wissen Sie noch nicht, welcher Würfel für Sie verwendet wird. Diese Information erhalten Sie erst, nachdem Sie einige Entscheidungen bereits getroffen haben.

Eine Runde des Experiments läuft folgendermaßen ab:

1. Periode) Sie bekommen einen Gesamtbetrag S zur Verfügung gestellt, den Sie nach und nach in den Perioden ausgeben können. Sie können insgesamt nur diesen Be-

trag ausgeben. Sie wählen einen Betrag x_1 , den Sie in der ersten Periode ausgeben möchten. Überlegen Sie bitte genau, wieviel Sie ausgeben und wieviel Sie für die folgenden Perioden übrigbehalten. Nach Ihrer Entscheidung wird einer der drei möglichen Würfel ausgeschlossen. Sie wissen dann also, welcher von den drei Würfeln nicht bestimmt, wieviele Perioden Sie erleben werden.

2. Periode) Sie wählen einen Betrag x_2 , den Sie in der zweiten Periode ausgeben möchten. Sie können natürlich nicht mehr ausgeben, als Sie in der ersten Periode übrigbehalten haben. Nach Ihrer Entscheidung wird ein weiterer Würfel ausgeschlossen. Sie wissen jetzt, wieviele Perioden Sie erleben werden.
3. Periode) Sie wählen einen Betrag x_3 , den Sie in der dritten Periode ausgeben möchten.
4. Periode) Sie wählen einen Betrag x_4 , den Sie in der vierten Periode ausgeben möchten.
5. Periode) Falls Sie diese Periode erleben, dann wählen sie einen Betrag x_5 , den Sie in der fünften Periode ausgeben.
6. Periode) Falls Sie diese Periode erleben, dann wählen sie einen Betrag x_6 , den Sie in der sechsten Periode ausgeben.

Beträge, die von Ihnen während eines Spiels nicht ausgegeben wurden, verfallen.

Ihr Gewinn berechnet sich aus dem Produkt aller Ausgaben in den Perioden, die Sie erlebt haben. Wenn Sie z.B. vier Perioden erlebt haben, dann beträgt Ihr Gewinn

$$G = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4:$$

Wenn Sie zum Beispiel alle sechs Perioden erleben, dann beträgt Ihr Gewinn

$$G = x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 \cdot x_4 \cdot x_5 \cdot x_6:$$

Bitte beachten Sie folgendes: Sollten Sie in einer Periode den Betrag 0 ausgeben, dann wird Ihr Gewinn auch 0 sein, da einer der Faktoren 0 ist. Dies kann passieren, wenn Sie zum Beispiel in der vierten Periode alle noch nicht verbrauchten Mittel ausgeben, die fünfte Periode aber noch erleben. Dann müssen Sie in der fünften und eventuell in der sechsten Periode 0 ausgeben mit dem Ergebnis, den Gewinn 0 zu bekommen.

Zusätzlich zu den Entscheidungen x_1 bis x_5 werden Sie auch über Ihre Pläne bezüglich künftiger Ausgaben befragt. Sie sind in späteren Perioden nicht an diese Planungsangaben gebunden. Entscheidend für den Gewinn sind nur die Angaben x_1 bis x_6 . Trotzdem vertrauen wir darauf, daß Sie die Planungsangaben gewissenhaft ausfüllen.

Unter dem Menüpunkt „Spiel“ ...nden Sie folgende Hilfsmittel, die Sie bei Ihrer Entscheidung verwenden können:

„Instruktionen“:	Dieser Text.
„Kurzübersicht“:	Zeigt, mit welchem Würfel Sie wieviele Perioden erleben.
„Protokoll“:	Dokumentation des bisherigen Experimentverlaufs.
„Taschenrechner“:	Taschenrechner (Achtung: Keine Punkt- vor Strichrechnung).

Vor und nach dem eigentlichen Experiment werden Ihnen noch einige Fragen zu Ihrer Person und zum Experiment gestellt. Unter anderem bitten wir Sie anzugeben, inwieweit Sie bestimmte Persönlichkeitseigenschaften als zutreffend für die Beschreibung Ihrer Person beurteilen. Dabei wird Ihnen auf einer Skala jeweils ein Paar von Begriffen angeboten; Sie können dann auf dem Bildschirm einen Zeiger an die Stelle bewegen, die Ihnen Ihre tatsächliche Persönlichkeit wiederzugeben scheint. Zwischen den Skalen können Sie sich mittels der <Tab>-Taste bewegen. Ihre Angaben bleiben anonym, da wir alle Daten nur Ihrer Code-Nummer, nicht aber Ihrer Person zuordnen können. Also bitte: Antworten Sie ehrlich und vollständig!

Falls Sie irgendwelche Fragen zum Experiment haben, heben Sie bitte Ihre Hand. Wir werden dann versuchen, Ihre Frage privat zu beantworten. Bitte sprechen Sie nicht mit Ihrem Nachbarn, da ein Informationsaustausch die Daten für uns unbrauchbar machen würde. Wir müßten sie dann vom Experiment ausschließen und könnten Ihnen auch keinen Gewinn auszahlen.

Instruktionen

Diese Instruktionen sind während des gesamten Experiments auch über den Menüpunkt „Spiel/Instruktionen“ am Computer abrufbar. Um diese Spielanleitung zu beenden, klicken Sie entweder mit der Maus auf das kleine grüne Quadrat in der oberen linken Ecke des Fensterrahmens oder drücken die <Esc>-Taste.

Ihre Aufgabe ist es, pro Runde einen vorgegebenen Geldbetrag möglichst optimal auf mehrere Perioden zu verteilen. Je besser es Ihnen gelingt, desto höher wird Ihr Rundengewinn ausfallen. Sie spielen insgesamt 12 Runden. Sie können zu Beginn des Experiments wählen, ob Ihr Gewinn aus den Rundengewinnen der einzelnen Runden ausgelost werden soll, oder ob Ihr Gewinn aus dem Durchschnitt der Rundengewinne berechnet werden soll. In jedem Fall wird Ihnen Ihr Gewinn nach Auswertung der Daten in bar ausgezahlt. Für dieses Experiment gilt ein Wechselkurs von 1 ECU = 4 DM.

Jede Runde besteht aus mehreren Perioden. Sie bekommen zu Beginn der Runde einen Geldbetrag zur Verfügung gestellt, den Sie über die Perioden verteilt ausgeben dürfen. Ihr Rundengewinn berechnet sich dabei folgendermaßen:

$$\begin{aligned} \text{Rundengewinn} &= \text{Wurzel (Betrag in Periode 1)} \\ &+ \text{Wurzel (Betrag in Periode 2)} \\ &+ \dots \\ &+ \text{Wurzel (Betrag in Periode n)} \end{aligned}$$

Die Schwierigkeit ist, daß Sie die Anzahl der Perioden nicht mit Sicherheit kennen. Es können vier, fünf, oder sechs Perioden sein. Sie werden auf jeden Fall vier Perioden erleben. Ob Sie eine fünfte oder sechste Periode erleben, wird durch die Farbe eines Würfels bestimmt.

Dazu existieren insgesamt drei verschiedene Würfel mit den Farben rot, gelb und grün. In der folgenden Tabelle sehen Sie, in welchen Fällen Sie wieviel Perioden erleben.

Würfelfarbe	Anzahl der Perioden
rot	4 Perioden
gelb	5 Perioden
grün	6 Perioden

Mehr als sechs Perioden sind jedoch auf keinen Fall möglich.

Zu Beginn wissen Sie noch nicht, welcher Würfel für Sie verwendet wird. Diese Information erhalten Sie erst, nachdem Sie einige Entscheidungen bereits getroffen haben.

Eine Runde des Experiments läuft folgendermaßen ab:

1. Periode) Sie bekommen einen Gesamtbetrag S zur Verfügung gestellt, den Sie nach und nach in den Perioden ausgeben können. Sie können insgesamt nur diesen Betrag ausgeben. Sie wählen einen Betrag x_1 , den Sie in der ersten Periode ausgeben möchten. Überlegen Sie bitte genau, wieviel Sie ausgeben und wieviel Sie für die folgenden Perioden übrigbehalten. Nach Ihrer Entscheidung wird einer der drei möglichen Würfel ausgeschlossen. Sie wissen dann also, welcher von den drei Würfeln nicht bestimmt, wieviele Perioden Sie erleben werden.

2. Periode) Sie wählen einen Betrag x_2 , den Sie in der zweiten Periode ausgeben möchten. Sie können natürlich nicht mehr ausgeben, als Sie in der ersten Periode übrig behalten haben. Nach Ihrer Entscheidung wird ein weiterer Würfel ausgeschlossen. Sie wissen jetzt, wieviele Perioden Sie erleben werden.
3. Periode) Sie wählen einen Betrag x_3 , den Sie in der dritten Periode ausgeben möchten.
4. Periode) Sie wählen einen Betrag x_4 , den Sie in der vierten Periode ausgeben möchten.
5. Periode) Falls Sie diese Periode erleben, dann wählen sie einen Betrag x_5 , den Sie in der fünften Periode ausgeben.
6. Periode) Falls Sie diese Periode erleben, dann wählen sie einen Betrag x_6 , den Sie in der sechsten Periode ausgeben.

Beträge, die von Ihnen während eines Spiels nicht ausgegeben wurden, verfallen.

Ihr Rundengewinn berechnet sich aus der Summe der Wurzeln der Ausgaben in den Perioden, die Sie erlebt haben. Wenn Sie z.B. vier Perioden erlebt haben, dann beträgt Ihr Rundengewinn:

$$\text{Rundengewinn} = \text{Wurzel}(x_1) + \text{Wurzel}(x_2) + \text{Wurzel}(x_3) + \text{Wurzel}(x_4).$$

Wenn Sie zum Beispiel alle sechs Perioden erleben, dann beträgt Ihr Rundengewinn:

$$\begin{aligned} \text{Rundengewinn} = & \text{Wurzel}(x_1) + \text{Wurzel}(x_2) + \text{Wurzel}(x_3) \\ & + \text{Wurzel}(x_4) + \text{Wurzel}(x_5) + \text{Wurzel}(x_6). \end{aligned}$$

Zusätzlich zu den Entscheidungen x_1 bis x_5 werden Sie auch über Ihre Pläne bezüglich künftiger Ausgaben befragt. Sie sind in späteren Perioden nicht an diese Planungsangaben gebunden. Entscheidend für den Gewinn sind nur die Angaben x_1 bis x_6 . Trotzdem vertrauen wir darauf, daß Sie die Planungsangaben gewissenhaft ausfüllen.

Unter dem Menüpunkt „Spiel“ ...nden Sie folgende Hilfsmittel, die Sie bei Ihrer Entscheidung verwenden können:

„Instruktionen“:	Dieser Text.
„Kurzübersicht“:	Zeigt, mit welchem Würfel Sie wieviele Perioden erleben.
„Protokoll“:	Dokumentation des bisherigen Experimentverlaufs.
„Taschenrechner“:	Taschenrechner (Achtung: Keine Punkt- vor Strichrechnung).

Außerdem ...nden Sie nachfolgend eine Tabelle mit den Wurzeln der Zahlen von 0.00 bis 11.92.

Vor und nach dem eigentlichen Experiment werden Ihnen noch einige Fragen zu Ihrer Person und zum Experiment gestellt. Unter anderem bitten wir Sie anzugeben, inwieweit Sie bestimmte Persönlichkeitseigenschaften als zutreffend für die Beschreibung Ihrer

Person beurteilen. Dabei wird Ihnen auf einer Skala jeweils ein Paar von Begriffen angeboten; Sie können dann auf dem Bildschirm einen Zeiger an die Stelle bewegen, die Ihnen Ihre tatsächliche Persönlichkeit wiederzugeben scheint. Zwischen den Skalen können Sie sich mittels der <Tab>-Taste bewegen. Ihre Angaben bleiben anonym, da wir alle Daten nur Ihrer Code-Nummer, nicht aber Ihrer Person zuordnen können. Also bitte: Antworten Sie ehrlich und vollständig!

Falls Sie irgendwelche Fragen zum Experiment haben, heben Sie bitte Ihre Hand. Wir werden dann versuchen, Ihre Frage privat zu beantworten. Bitte sprechen Sie nicht mit Ihrem Nachbarn, da ein Informationsaustausch die Daten für uns unbrauchbar machen würde. Wir müßten sie dann vom Experiment ausschließen und könnten Ihnen auch keinen Gewinn auszahlen.

Anhang C

Instruktionen zum dritten Experiment

Instruktionen

Diese Instruktionen sind während des gesamten Experiments auch über den Menüpunkt „Spiel/Instruktionen“ am Computer abrufbar. Um diese Spielanleitung zu beenden, klicken Sie entweder mit der Maus auf das kleine grüne Quadrat in der oberen linken Ecke des Fensterrahmens oder drücken die <Esc>-Taste.

Sie werden im folgenden in 12 Runden jeweils dieselbe Situation erleben. In jeder Runde können Sie einen Gewinn in ECU (Experimental Currency Unit) erzielen. Zu Beginn des Experiments können Sie wählen, ob Ihr tatsächlicher Gewinn aus den einzelnen Rundengewinnen zufällig ausgelost werden soll, oder ob Ihr tatsächlicher Gewinn aus dem Durchschnitt der Rundengewinne berechnet werden soll. In jedem Fall wird Ihnen Ihr tatsächlicher Gewinn nach Auswertung der Daten in bar ausgezahlt. Für dieses Experiment gilt ein Wechselkurs von 1 ECU = 0.50 DM.

Jede Runde besteht aus mehreren Perioden. Sie bekommen zu Beginn der Runde einen Geldbetrag zur Verfügung gestellt, den Sie über die Perioden verteilt ausgeben dürfen.

Zusätzlich können Sie in der ersten Periode einen beliebigen Teil des Restbetrages in einer lohnenden, aber riskanten Form anlegen und so den in der Periode 2 zur Verfügung stehenden Betrag bei Glück erhöhen oder bei Pech verringern. Ihr Rundengewinn berechnet sich dabei folgendermaßen:

$$\begin{aligned}\text{Rundengewinn} &= \text{Betrag in Periode 1} \\ &\quad + \text{Betrag in Periode 2} \\ &\quad + \dots \\ &\quad + \text{Betrag in Periode } n\end{aligned}$$

Geld, das am Ende der Runde (nach der letzten Periode) noch nicht ausgegeben wurde, verfällt. Die Schwierigkeit besteht darin, daß Sie die Anzahl der Perioden nicht mit Sicherheit kennen. Es können drei, vier, fünf oder sechs Perioden sein. Sie werden auf jeden Fall drei Perioden erleben. Ob Sie eine vierte, fünfte oder sechste Periode erleben, wird durch Würfeln bestimmt. Dafür existieren insgesamt drei verschiedene Würfel mit den Farben rot, gelb und grün. In der folgenden Tabelle sehen Sie, in welchen Fällen Sie eine weitere Periode erleben.

Würfelfarbe	Keine weitere	Vierte bzw. fünfte bzw. sechste
	Periode bei Augenzahl	Periode bei Augenzahl
rot	1,2,3	4,5,6
gelb	1,2	3,4,5,6
grün	1	2,3,4,5,6

Mehr als sechs Perioden sind auf keinen Fall möglich. Zu Beginn wissen Sie noch nicht, welcher Würfel für Sie verwendet wird. Diese Information erhalten Sie erst, nachdem Sie einige Entscheidungen bereits getroffen haben. Eine Runde des Experiments läuft wie folgt ab:

1. Periode) Sie bekommen einen Betrag S zur Verfügung gestellt, den Sie nach und nach in den Perioden ausgeben können. Sie können insgesamt nur diesen Betrag ausgeben. Sie wählen einen Betrag x_1 , den Sie in der ersten Periode ausgeben möchten. Außerdem haben Sie (nur) in der ersten Periode die Möglichkeit, einen beliebigen Anteil des nicht ausgegebenen Betrages $S - x_1$ anzulegen. Sie wählen hierzu einen Betrag y mit $0 \leq y \leq S - x_1$ aus. Dann wird gewürfelt. Zeigt der Würfel eine 1,2,3 oder 4, wird Ihr angelegter Betrag um $1=3$ erhöht. Zeigt der Würfel jedoch eine 5 oder 6, wird der angelegte Betrag um $1=3$ reduziert. In der zweiten Periode steht Ihnen dann ein entsprechend höherer oder niedrigerer Betrag zur Verfügung. Nach Ihren Entscheidungen wird einer der drei möglichen Würfel ausgeschlossen. Sie wissen dann also, welcher von den drei Würfeln nicht für das Auswürfeln der vierten, fünften bzw. sechsten Periode verwendet wird.
2. Periode) Sie wählen einen Betrag x_2 , den Sie in der zweiten Periode ausgeben möchten. Sie können natürlich nicht mehr ausgeben, als Sie nach der ersten Periode übrigbehalten haben. Nach Ihrer Entscheidung wird ein weiterer Würfel ausgeschlossen. Sie wissen jetzt, welcher Würfel beim Auswürfeln der vierten, fünften bzw. sechsten Periode tatsächlich verwendet wird.
3. Periode) Sie wählen einen Betrag x_3 , den Sie in der dritten Periode ausgeben möchten. Nach Ihrer Entscheidung wird der Computer auswürfeln, ob Sie eine vierte Periode erleben. Dazu wird der nicht ausgeschlossene Würfel verwendet. Falls Sie keine vierte Periode erleben, ist die Runde hier beendet. Der Betrag, der von Ihnen noch nicht ausgegeben wurde, verfällt.
4. Periode) Falls Sie die vierte Periode erleben, dann wählen sie einen Betrag x_4 , den Sie in der vierten Periode ausgeben. Danach wird wiederum gewürfelt.
5. Periode) Falls Sie diese Periode erleben, dann wählen sie einen Betrag x_5 , den Sie in der fünften Periode ausgeben. Danach wird wiederum gewürfelt.
6. Periode) Falls Sie diese Periode erleben, müssen Sie keine Entscheidung mehr treffen, da automatisch alles, was noch übrig ist, in der sechsten Periode ausgegeben wird.

Ihr Rundengewinn berechnet sich aus dem Produkt der einzelnen Ausgaben in den Perioden, die Sie erlebt haben. Wenn Sie z.B. vier Perioden erlebt haben, dann beträgt Ihr Rundengewinn:

$$\text{Rundengewinn} = x1 \text{ € } x2 \text{ € } x3 \text{ € } x4.$$

Wenn Sie z.B. alle sechs Perioden erleben, dann beträgt Ihr Rundengewinn:

$$\text{Rundengewinn} = x1 \text{ € } x2 \text{ € } x3 \text{ € } x4 \text{ € } x5 \text{ € } x6,$$

wobei $x6$ dem Betrag entspricht, den Sie in der fünften Periode übrigbehalten haben. Beachten Sie bitte, daß Sie einen Gewinn von 0 bekommen, wenn Sie in einer Runde 0 ausgeben. Dies passiert, wenn Sie alles Geld ausgegeben haben, aber noch eine weitere Periode erleben. Sie müssen letztendlich das Risiko einer vorzeitigen vollständigen Verwendung Ihrer Mittel gegenüber dem Verlust dieser Mittel bei frühzeitigem Ende abwägen.

Zusätzlich zu den Entscheidungen $x1$ bis $x5$ werden Sie auch über Verständnis Ihrer Entscheidungen bzw. Pläne bezüglich künftiger Ausgaben befragt. In der ersten Periode sollen Sie angeben, welcher Betrag Ihnen in der zweiten Periode zur Verfügung steht bei Glück und Pech. Ab der zweiten Periode werden Sie um Auskunft bezüglich Ihrer zukünftigen Ausgaben gebeten. Sie sind in späteren Perioden nicht an diese Planungsangaben gebunden. Entscheidend für den Gewinn sind nur die Angaben $x1$ bis $x5$ bzw. die Würfelergebnisse. Trotzdem vertrauen wir darauf, daß Sie die Planungsangaben gewissenhaft ausfüllen.

„Instruktionen“:	Dieser Text.
„Kurzübersicht“:	Zeigt, mit welchem Würfel Sie wieviele Perioden erleben.
„Protokoll“:	Dokumentation des bisherigen Experimentverlaufs.
„Taschenrechner“:	Taschenrechner (Achtung: Keine Punkt- vor Strichrechnung).

Vor und nach dem eigentlichen Experiment werden Ihnen noch einige Fragen zu Ihrer Person und zum Experiment gestellt. Unter anderem bitten wir Sie anzugeben, inwieweit Sie bestimmte Persönlichkeitseigenschaften als zutreffend für die Beschreibung Ihrer Person beurteilen. Dabei wird Ihnen auf einer Skala jeweils ein Paar von Begriffen angeboten; Sie können dann auf dem Bildschirm einen Zeiger an die Stelle bewegen, die Ihnen Ihre tatsächliche Persönlichkeit wiederzugeben scheint. Zwischen den Skalen können Sie sich mittels der <Tab>-Taste bewegen. Ihre Angaben bleiben anonym, da wir alle Daten nur Ihrer Codenummer, nicht aber Ihrer Person zuordnen können. Also bitte: Antworten Sie ehrlich und vollständig!

Falls Sie irgendwelche Fragen zum Experiment haben, heben Sie bitte Ihre Hand. Wir werden dann versuchen, Ihre Frage privat zu beantworten. Bitte sprechen Sie nicht mit Ihrem Nachbarn, da ein Informationsaustausch die Daten für uns unbrauchbar machen würde. Wir müßten sie dann vom Experiment ausschließen und könnten Ihnen auch keinen Gewinn auszahlen.

Anhang D

Bildschirmkopien

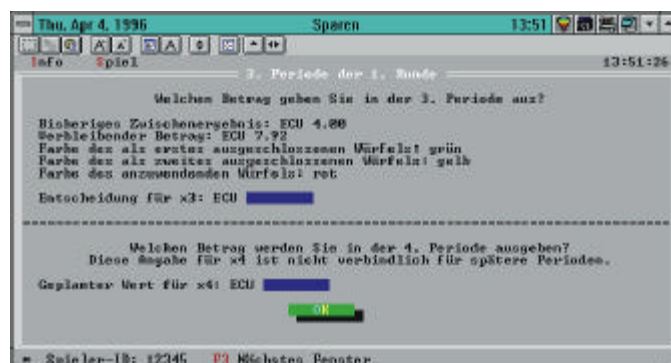
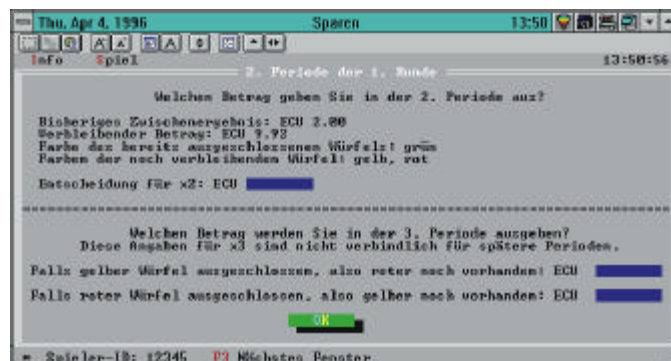
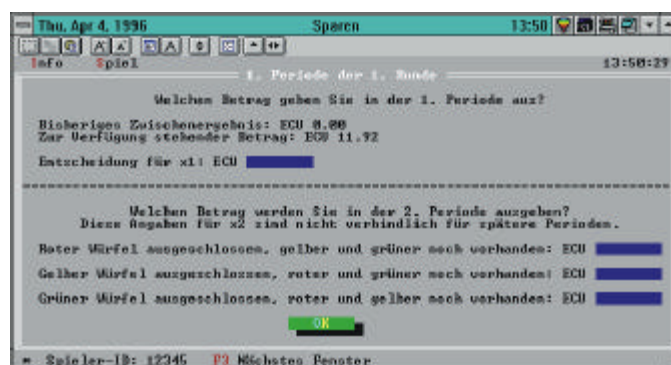


Abbildung D.1: Bildschirmkopien des ersten Experiments

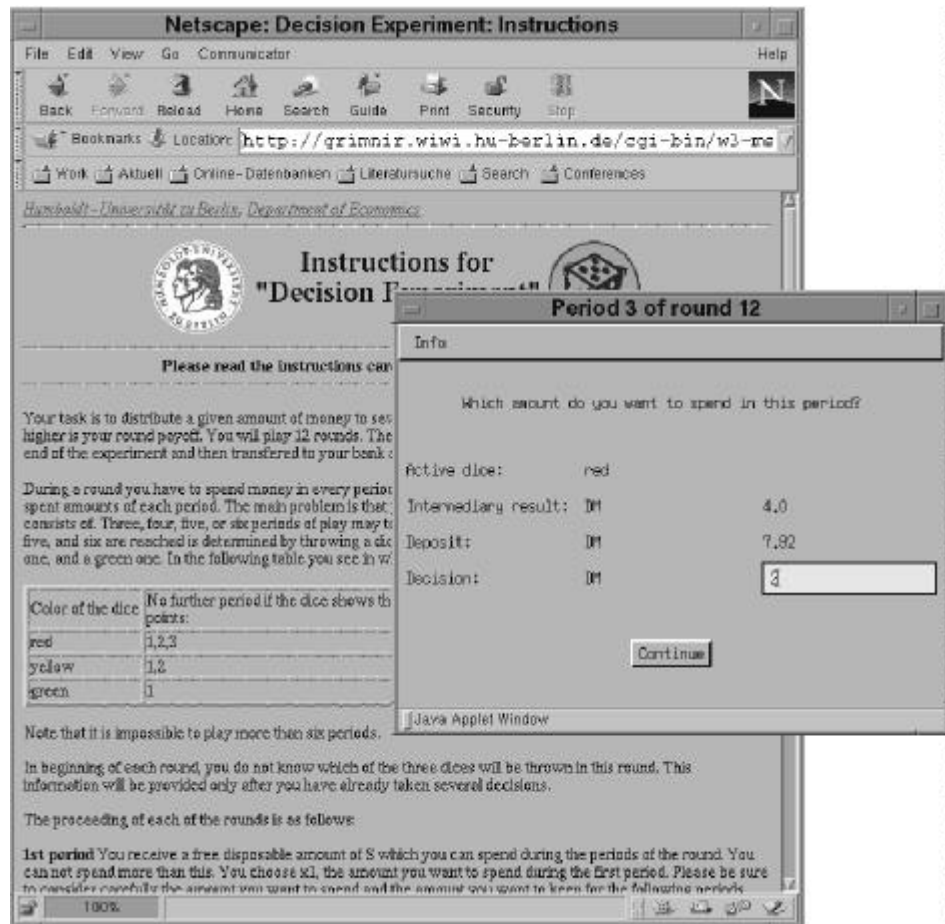


Abbildung D.2: Bildschirmkopien des Internet-Experiments
(englische Demoversion)

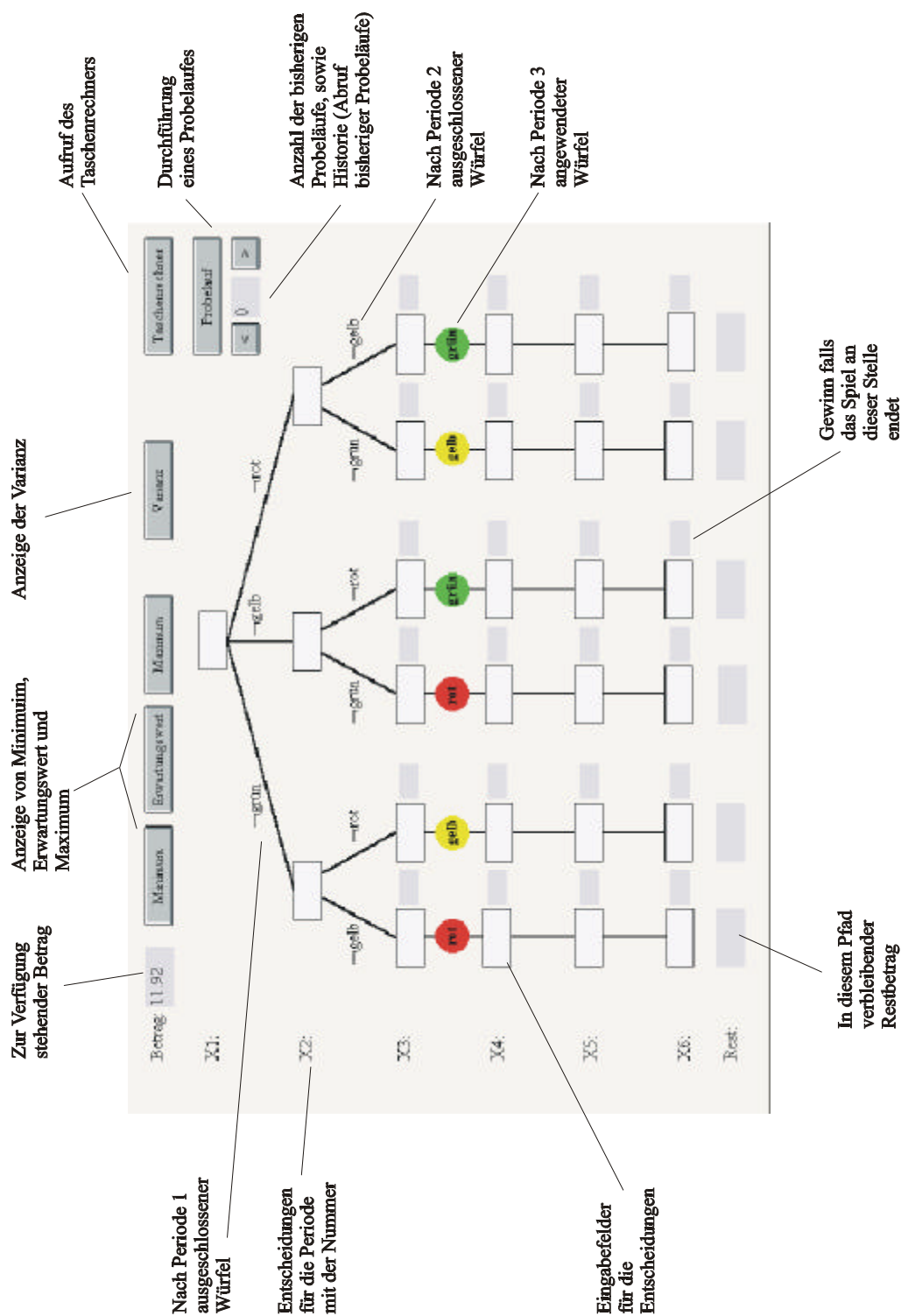


Abbildung D.3: Bildschirmskopen und Beschreibung des Bildschirmaufbaus im Strategienexperiment